

Natural History Museum Library



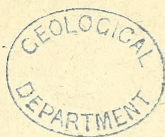
000233035

205

205

**SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.**

205.



PARIS. — IMPRIMERIE DE BOURGOGNE ET MARTINET,
IMPRIMEURS DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE JACOB, 50.

Bulletin
DE LA
SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Come Deuxième. Deuxième série.

1844 A 1845.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 26.

1845.



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Séance du 4 novembre 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

Le Président annonce la présentation de 18 personnes qui demandent à être admises au nombre des membres de la Société; il ajoute qu'indépendamment de ces présentations, 17 membres nouveaux ont été admis à la réunion extraordinaire de Chambéry, en août dernier.

Il déclare en outre que, comme anciens membres de la Société, sont admis, sur leur demande, à en faire partie de nouveau:

MM.

1° Borromeo (le comte Vitaliano), grand d'Espagne de première classe, chambellan et conseiller intime de S. M. I. et R. A., et membre honoraire de l'Institut impérial et royal de Lombardie, résidant à Milan (royaume Lombardo-Vénitien).

2° De Courtigis (Edouard), colonel d'état-major, résidant à Paris, rue Montaigne, 2.

3° Jourdan, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Lyon, à Lyon.

4° Graves, ancien secrétaire-général de l'Oise, actuellement chef au ministère des finances, rue de l'Université, 39, à Paris.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Pictet, *Traité élémentaire de paléontologie, ou Histoire naturelle des animaux fossiles*; t. I^{er}, in-8°, 368 p. et 18 pl. Paris, 1844.

De la part de M. Lejoncourt (Charles), *Galerie des centes naires anciens et modernes*; 1 vol. in-8°, 250 p. Paris, 1842.

De la part de M. Wolski (A.-N.), *Mémoire sur le gisement du bassin anthraxifère dans le département de Maine-et-Loire, et sur ses relations géologiques avec divers terrains qui l'avoisinent et qui le recouvrent*; (extrait du 2° vol. du *Comptendu de la onzième session du Congrès scientifique de France*) br. in-8°, 44 p. et 2 pl. Angers, 1844.

De la part de M. Delesse (A.), 1° *Note sur l'emploi des gaz d'un fourneau à cuivre de Riechelsdorf* (Hesse électorale); (extrait des *Annales des mines*, 4° série, t. IV) in-8°, p. 541-552. Paris.

2° *Note sur le dipyre*; (extrait des *Annales des mines*, 4° série, t. IV) in-8°, p. 609-616. Paris.

De la part de M. Fournet, 1° *Sur l'état de surfusion du quartz dans les roches éruptives et dans les filons métallifères*; (Extrait des *Annales de la société royale d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon.*) 1843, grand in-8°, 16 p.

2° *Observations sur la disposition de certaines cristallisations des géodes*; (extrait des *Annales de la société royale d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*) grand in-8°, 9 p. 1843.

3° *Essai sur les filons métallifères du département de l'Aveyron*; (extrait des *Annales de la Société royale d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*) grand in-8°, 83 p. et 4 pl., 1843.

De la part de M. Barnéoud (F. Marius), *De l'origine des lacs*, etc., *Thèse pour le doctorat ès-sciences*; grand in-4°, 42 p. et 2 pl. Paris, 1844.

De la part de M. Agassiz (L.), 1° *Essai sur la classification des poissons*; extrait de la 18° et dernière livraison des *Recherches sur les poissons fossiles*; petit in-f°, xxxii p. Neufchâtel, 1844.

2° *Essai sur la classification des poissons*; extrait de la 18° et dernière livraison des *Recherches sur les poissons fossiles*; petit in-f°, p. 165-172. Neufchâtel, 1844.

3° *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*; petit in-8°, p. xxxiii-xliv. Neuchâtel, 1844.

De la part de M. le Ministre de la justice, *Journal des savants*; n° de juin à septembre 1844.

De la part de M. Stiehler (A. W.), *Ueber die Bildung der Steinkohle*, etc. (Sur la formation de la houille d'après Lindley et Hutton, etc.); in-8°, 69 p. Brunswick, 1843.

De la part de M. Darwin (Charles), *Geological observations on the Volcanic Islands*, etc. (Observations géologiques sur les îles volcaniques, et quelques courtes notes sur la géologie de l'Australie et du cap de Bonne-Espérance); in-8°, 169 p. et 1 pl. Londres, 1844.

De la part de M. Gervais (Paul), *Remarques sur les oiseaux fossiles*, thèse de géologie; in-8°, 45 p., 1844.

De la part de M. Giulj (Giuseppe), *Saggio statistico*, etc. (Essai statistique de minéralogie utile de la Toscane, pour servir aux ingénieurs, aux propriétaires, aux médecins, aux artistes, aux manufacturiers et aux commerçants); in-8°, 177 p. Bologne, 1843.

De la part de M. Studer (B.), *Hauteurs barométriques prises dans le Piémont, le Valais et en Savoie*; in-4°, 4 p. Sans indication d'année.

De la part de M. Chevalier (Eugène), *Voyage autour du monde sur la corvette la Bonite, en 1836 et 1837* (M. Vailant, capitaine); géologie et minéralogie; 1 vol. in-8°, Paris, 1844; 419 p. et 5 pl.

De la part de M. Raulin (Victor), *Géologie de la France*; 1 cah. in-12; (extrait de *Patria*, p. 290-411) 3 pl. Paris, octobre 1844.

De la part de M. D'Orbigny (Charles), livraisons 49 à 54 du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*.

De la part de M. D'Orbigny (Alcide), *Paléontologie française: terrains crétacés*, livraisons 79-88; *terrains jurassiques*, livraisons 21-26.

De la part de M. Leblanc, 1° *Mémoire sur le levé expéditif d'une position militaire*; in-8°, 24 p., 2 pl., 1844 (Extrait du *Mémorial de l'Officier du Génie*).

2° *Note sur le niveau à réflexion de M. Burel, modifié*;

in-8°, 7 p., 1 pl., 1844. — Ce niveau est fabriqué chez M. Gravet, successeur de Lenoir, rue Cassette, 14.

De la part de M. le docteur Hessel (J.-F.-C.), *Versuche uber Magnetketten*, etc. (Recherches sur la chaîne électrique et sur la propriété de ses anneaux, etc.), in-8°, 301 p., 3 pl. Marbourg, 1844.

De la part de M. Bronn (H.-G.), *Uber Ichthyosauren*, etc. (Sur les Ichthyosaures des schistes liasiques des environs de Boll en Wurtemberg), (Extrait du *Jahr. f. min. géol.*, 1844). in-8°, p. 385-408, 1 pl.

De la part de M. le docteur Klipstein (A.-V.), *Beitrag zur geologischen kenntniss*, etc. (Mémoire pour servir à la description géologique des Alpes orientales); 1^{re} et 2^e livraisons. Giesen, 1843.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Mémorial encyclopédique, n^{os} de mai, juin, juillet 1844.

Annales des mines; 6^e livraison 1843; 1^{re} et 2^e livraisons 1844.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, n^{os} de juillet à décembre 1843.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1844, t. XVIII, n^{os} 25, 26, et table du 1^{er} semestre 1844; t. XIX, n^{os} 1 à 18.

Bulletin de la société de géographie, n^{os} d'avril à août 1844.

Mémoires de la société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, année 1842.

Compte-rendu des travaux de la société d'agriculture de Paris depuis l'exposition de 1843. Paris, 1844.

Séance générale, etc., de la société royale d'agriculture de Paris, le 16 juin 1844. Paris, 1844.

L'Écho du monde savant, 11^e année, n^{os} 48 à 51, 1^{er} semestre; n^{os} 1 à 33, 2^e semestre. 1844.

L'Institut, n^{os} 547 à 566, du 19 juin au 30 octobre 1844.

Bulletin de la société industrielle d'Angers, n^{os} 4 et 5, 15^e année. 1844.

Bulletin de la société industrielle de Mulhouse, n^{os} 87 et 88. 1844.

Extrait du programme de la société hollandaise des sciences à Harlem, pour l'année 1844.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'académie des sciences de Berlin pour 1842.)

Correspondenzblatt, etc. (Bulletin de la correspondance de la réunion wurtembergeoise d'agriculture); année 1844, 1^{er}, 2^e et 3^e cahiers.

Bericht, etc. (Analyse des mémoires présentés à l'académie des sciences de Berlin); in-8°, de janvier à juin 1844.

Transactions of the Cambridge philosophical society; vol. 8, part. 1. III. 1844.

Transactions of the royal geological society of Cornwall; t. V. London, 1843. In-8°, 512 p.

The Mining journal, n^{os} 461 à 479.

The Athenæum, n^o 869 à 888.

Twenty ninth et thirtieth, etc. (29^e et 30^e Rapports annuels de la réunion de la société géologique du Cornouailles); la 29^e, 78 p.; la 30^e, 138; in-8°. 1842, 1843.

Journal of the Bombay branch royal asiatic society, n^o 5, avril 1843, et n^o 6, octobre 1843, in-8°.

Memorie della reale academia, etc. (Mémoires de l'académie royale des sciences de Turin), 2^e série, t. V; in-4°. Turin, 1843.

Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Afhandlinger, etc. (Mémoires d'histoire naturelle et de mathématiques de la société royale des sciences de Danemarck); in-4°, t. 10, 370 p. et 55 pl. Copenhague, 1843.

Oversigt, etc. (Comptes-rendus des travaux de la société royale des sciences de Danemarck en 1843); in-8°, 128 p. Copenhague, 1844.

De la part de M. Stobiecki, (trois échantillons de roches des marnes jurassiques de Propiac (Drôme).

M. A. Boué, en faisant hommage à la Société de l'exemplaire d'un plan en relief de l'Europe et de partie des continents voisins, que lui avait donné M. le colonel de Hauslab, annonce, dans sa lettre, l'intention où est ce savant de l'exécuter sur une plus grande échelle.

M. Paul Gervais, en offrant à la Société ses *Remarques sur*

les oiseaux fossiles, dit que pour compléter ce qu'on connaît à l'égard de cette partie de la zoologie fossile, il faudrait ajouter les observations publiées depuis qu'il a composé ce travail, notamment la découverte faite par M. E. Robert d'oiseaux fossiles dans le calcaire grossier des environs de Paris, et celle indiquée dans une note de M. Pomel, insérée au *Bulletin* (2^e série, t. 1^{er}, p. 593), comme faite en Auvergne. Cette dernière paraît à M. Gervais avoir cependant besoin de quelques éclaircissements, parce que, parmi les oiseaux fossiles trouvés en Auvergne, on a signalé des Échassiers et un oiseau ayant deux doigts seulement, caractère qui n'appartient qu'à l'autruche. Il demande si M. Pomel pourrait entrer dans quelques détails à cet égard.

M. Pomel répond qu'il a l'intention de communiquer successivement les monographies des animaux fossiles dont il a parlé; que d'ici là il donnera directement à M. Gervais les renseignements qui peuvent l'intéresser.

M. Raulin ajoute que M. Peigné-Delacourt a récemment donné à la collection géologique du Muséum un échantillon de meulière de Brie-sur-Marne (Seine-et-Oise), dans lequel se trouve un petit ossement de 3 millim. et demi de longueur, que M. Laurillard a reconnu pour être une phalange du pied d'un oiseau de la taille d'un moineau. Ces meulières appartiennent à l'étage de celles de la Brie, qui sont une dépendance des dépôts gypseux dans lesquels Cuvier a déjà décrit plusieurs espèces d'oiseaux.

M. de Tchihatcheff, en présentant à la Société, de la part de M. Göppert, la revue des travaux de la Société de Silésie, annonce que ce volume contient un mémoire de ce savant *sur les Cycadées fossiles en général et sur ceux de la Silésie en particulier*, et qu'il en donnera une analyse pour le *Bulletin*. Il ajoute que ce mémoire n'est lui-même en quelque sorte que le prodrôme servant d'introduction à un grand ouvrage général sur les Cycadées que prépare l'auteur et pour lequel M. A. Brongniart a bien voulu lui communiquer ses propres observations.

M. Viquesnel, trésorier, donne connaissance à la Société de l'état de la caisse.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1843.....	1,079	fr. 20 c.
La recette, depuis le 1 ^{er} janvier jusqu'au 31 octobre 1844, s'élève à.....	13,691	95
	Ensemble.....	14,771 15
La dépense s'élève à.....	13,406	50
Différence en caisse au 31 octobre 1844.....	1,364	65

Dans la recette figure une somme de 3,300 francs pour onze cotisations une fois payées.

Dans la dépense figure une somme de 3,156 fr. 05 c. pour achat de 128 francs de rentes.

M. Angelot, secrétaire, donne lecture d'une lettre de M. Graugnard, par laquelle ce dernier adresse à la Société sa démission des fonctions d'agent.

Le président annonce ensuite que le Conseil s'étant assemblé le 30 octobre dernier pour examiner les demandes et les titres des candidats à ces fonctions, a arrêté l'ordre de présentation de ces candidats de la manière suivante :

1° M. Landy, docteur en médecine.

2° { M. Caut, ancien caissier }
 { M. Rouault, attaché pour la géologie au Muséum d'histoire naturelle } *ex æquo.*

Il ajoute que, conformément au règlement spécial concernant l'agent, adopté par le Conseil le 9 février 1835, cette liste de présentation restera affichée dans la salle des séances pendant un mois, à l'expiration duquel la Société devra choisir sur cette liste son agent à la majorité absolue des suffrages des membres présents.

M. A. Leymerie lit le résumé d'un *Mémoire sur le terrain à Nummulites (épicrotécé) des Corbières et de la Montagne Noire (Aude)*.

INTRODUCTION.

En comparant et rapprochant les notions les plus exactes que nous possédions sur les divers gisements à *Nummulites* du midi de l'Europe et des parties adjacentes de l'Asie et de l'Afrique, je suis arrivé depuis quelque temps à considérer ces terrains comme constituant, dans leur ensemble, un système particulier qu'il est né-

cessaire de distinguer et de séparer même des couches à *Hippurites*, sur lesquelles il repose ordinairement (1).

On sait combien a été et est encore controversée la question de savoir si ce système doit appartenir au groupe tertiaire ou au groupe crétacé. Le désaccord bien prononcé qui règne à cet égard entre les géologues tient sans doute à la difficulté réelle du sujet ; mais il dépend beaucoup aussi, suivant nous, du peu de notions précises qui existent sur le terrain dont il s'agit. En effet, dans une question de cette nature, l'élément paléontologique doit évidemment jouer un grand rôle, et, cependant, personne jusqu'ici, si l'on excepte toutefois M. Alexandre Brongniart (*Mémoire sur les terrains calcaréo-trappéens du Vicentin*), n'a travaillé sérieusement à y introduire cette donnée sans laquelle la solution nous paraît réellement impossible.

Ayant eu personnellement, dans le cours de mes recherches, à déplorer cette lacune, j'ai voulu la combler autant qu'il m'était possible pour le gisement principal des Pyrénées françaises. Tel est le véritable but du mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la Société géologique, mémoire dont elle veut bien me permettre de donner ici un résumé suffisamment détaillé.

Le terrain à Nummulites, qui paraît très développé en Espagne au S. des Pyrénées, se trouve réduit en France, au pied N. de cette chaîne, à une bande étroite, qui s'étend presque sans interruption depuis l'Océan jusqu'à la Méditerranée. Cette bande ne présente pas en tous ses points les mêmes caractères ; les couches qui la composent éprouvent, au contraire, des variations assez importantes pour que l'on doive y distinguer trois types ou *facies*, savoir : un *type occidental* (Basses et Hautes Pyrénées) ; un *type moyen* (Haute-Garonne), et un *type oriental* (Ariège, Aude). Ce dernier gisement, et particulièrement celui de l'Aude, qui comprend le petit groupe montagneux des *Corbières* et le versant S. de la *Montagne Noire*, est sans contredit celui qui mérite le plus de fixer l'attention à cause de son grand développement et de l'importance des caractères géognostiques et paléontologiques qu'il présente ; on peut même dire qu'il est digne d'être remarqué parmi tous ceux qui constituent la grande zone à Nummulites prise dans son ensemble. C'est cette considération, jointe à quel-

(1) Je chercherai à le démontrer dans un mémoire particulier, pour lequel je réserve aussi toute la partie systématique de la question, dont le présent travail ne contient que la partie positive.

ques circonstances favorables, qui m'a déterminé à concentrer sur ce point mes observations et mes études.

Mon but principal, en composant ce Mémoire, était, comme je l'ai déjà indiqué plus haut, de faire connaître le gisement qui vient d'être désigné, sous le rapport paléontologique; toutefois, ayant à déduire, dans ce travail, des conclusions géologiques de l'étude des fossiles, il était indispensable d'étudier aussi le terrain et de mettre à chaque instant les fossiles en rapport avec les couches qui les renferment. C'est pourquoi j'ai dû joindre à mes considérations paléontologiques des notions topographiques et géognostiques, pour lesquelles j'ai souvent emprunté au beau mémoire de M. Dufrénoy sur le terrain crétacé des Pyrénées et à des notes consciencieusement recueillies par M. Vène pour l'établissement de la carte géologique de l'Aude.

CORBIÈRES.

Les Corbières, qui forment la partie principale du gisement de l'Aude, constituent, au pied des Pyrénées, une petite chaîne dirigée à peu près du S.-O. au N.-E. et limitée, du côté du S. et de l'O. par les vallées de la *Boulsane* et de l'*Aude*, au N. par le canal du Midi, et à l'E. par le canal de *Narbonne*, par la mer et par la plaine du Roussillon (1).

Ce petit groupe montagneux présente des accidents variés et prononcés d'une manière bizarre. Il est découpé par un grand nombre de petites vallées, dont la principale est la vallée de l'*Orbieu*, qui traverse presque tout le massif du S.-O. au N.-E., depuis le pic de *Bugarach* jusqu'à Caumont, dans la vallée de l'Aude. Ces vallées et les vallons qui en dépendent sont sinueux, étroits et profondément encaissés entre des talus rapides. Fréquemment ces talus se terminent par des crêtes abruptes et quelquefois crénelées comme de vieilles fortifications démolies. La direction de ces crêtes n'a rien de bien constant; toutefois, M. Dufrénoy a remarqué qu'elle coïncidait souvent avec celle des Pyrénées.

On distingue dans cette chaîne deux parties, dont l'une, qui se trouve le plus rapprochée des Pyrénées et qui est la plus élevée en général, prend le nom de *Hautes-Corbières*. Le pic de *Buga-*

(1) Nous omettons ici à dessein le petit massif de la *Clape*, qui sépare Narbonne de la mer, quoiqu'il fasse partie géologiquement des Corbières, parce qu'il est tout-à-fait étranger au sujet qui nous occupe.

rach (altitude 1230^m,64) en est le point culminant ; on y distingue aussi le mont *Tauch*, dont l'altitude est de 879^m,15. L'autre partie, celle qui descend au N. vers la vallée du canal et à l'E. vers Narbonne, est désignée par la dénomination de *Basses-Corbières* quoiqu'elle ait quelques cîmes assez élevées. Sa dernière crête, celle d'où l'on descend immédiatement au canal du Midi, entre Lésignan et Carcassonne, est fort escarpée du côté de l'intérieur et se dessine au loin d'une manière très marquée aux yeux d'un observateur placé dans la plaine : c'est le mont *Alaric* (altitude, 600 mètres).

Trois grands éléments composent essentiellement les Corbières, savoir : le *Terrain de transition*, le *Terrain crétacé* et le *Terrain à Nummulites*. Les dépôts accessoires sont : deux petits gîtes houillers, plusieurs lambeaux de lias dispersés çà et là d'une manière, en général, fort singulière, un peu de terrain tertiaire moyen qui s'élève sur les lisières orientale et occidentale, enfin des ophites qui ont percé en un certain nombre de points où elles ont déterminé la formation de gypses, de dolomies et même de dépôts salifères.

Les deux divisions indiquées par la topographie sont assez en rapport avec la constitution géognostique. Ainsi les Hautes-Corbières sont formées par le terrain de transition et par le terrain crétacé, tandis que les Basses-Corbières, sauf un lambeau de terrain crétacé, qui descend entre Lésignan et Narbonne, sont composées de roches appartenant au système à Nummulites. Les couches secondaires se relèvent, en général, de plus en plus en approchant du terrain de transition, contre lequel elles s'appuient de toutes parts ; mais l'influence des ophites qui ont percé en différents points, ou qui, en beaucoup d'autres, ont seulement tenté de se faire jour, a produit beaucoup d'inclinaisons anormales, accompagnées de dislocations partielles, souvent très prononcées, lesquelles ont puissamment contribué à donner à cette petite chaîne son relief âpre et ruiné et l'aspect sauvage de ses vallées. Les inclinaisons sont généralement plus fortes du côté de Perpignan que vers Carcassonne, où les couches deviennent presque horizontales comme celles du terrain tertiaire miocène qui constituent le fond de la vallée.

On doit admettre que le soulèvement principal des Corbières, quel qu'il soit, est postérieur au terrain à Nummulites, et, dans tous les cas, il est évident que le dépôt de ce dernier terrain a succédé à celui des couches crétacées sans aucune interruption ni discontinuité ; car ces deux systèmes, partout où ils existent en-

semble, sont concordants, et l'un semble faire suite à l'autre. Cette circonstance se reproduit, au reste, dans toute la chaîne des Pyrénées, dont le surgissement principal, celui qui a porté le calcaire à Nummulites jusqu'à la crête au *Mont-Perdu*, a dû déterminer la gibbosité fondamentale des Corbières. Le redressement des couches miocènes vers ces dernières montagnes, lequel se fait particulièrement remarquer du côté de Limoux et de Narbonne, indique de plus un soulèvement plus moderne, qui date probablement de l'époque de l'apparition des ophites.

Nous ne donnerons aucun détail sur le terrain de transition des Corbières ; ce serait inutile pour l'objet de ce travail. Ce terrain est, en général, schisteux, fort relevé et contient de nombreux gîtes métallifères, consistant principalement en minerais de fer et de manganèse. Il est presque indispensable au contraire, pour donner une idée suffisamment complète du dépôt que nous voulons spécialement décrire, d'indiquer brièvement la composition du groupe crétacé, ses relations avec le système à Nummulites et l'état actuel de nos connaissances sur la classification de ces terrains. C'est ce dont nous allons d'abord nous occuper.

Les caractères minéralogiques et purement géognostiques des couches dont il s'agit, c'est-à-dire des couches à Nummulites et crétacées, que nous embrassons d'abord ensemble dans nos considérations, avaient porté les premiers géologues, qui se sont sérieusement occupés des Pyrénées, à regarder ces couches comme appartenant à cette division vague qu'ils désignaient par le nom de *Calcaire alpin*, dont les Alpes avaient présenté le type, et qu'ils considéraient comme plus anciens que les calcaires secondaires proprement dits. M. de Charpentier, dans son *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, a cependant assimilé une partie du terrain qui nous occupe au *Calcaire du Jura*. Telle a été aussi la première idée que l'aspect des Corbières a inspirée à M. Dufrénoy : « La première fois que je visitai ce pays, dit-il en parlant » des calcaires de Lagrasse (1), je venais de parcourir les Cévennes » composées, en grande partie, de cette dernière formation calcaire (lias), je fus tellement frappé de cette analogie que je » n'hésitai pas à regarder le calcaire des Corbières comme appartenant à la même formation. » Toutefois, après un examen détaillé, et s'aidant du précieux secours des fossiles, il renonça

(1) Mémoires pour servir à une *Description géologique de la France*, t. II, page 59.

bientôt à cette manière de voir et il rangea ces couches dans le groupe crétacé.

Cette détermination, qui a fait faire un si grand pas à la géologie des contrées sub-pyrénéennes, a été généralement adoptée jusqu'à ces derniers temps, et elle reste encore vraie aujourd'hui pour la partie la plus ancienne de ces couches et notamment pour celles qui renferment des *Hippurites* et des *Spherulites* : mais pour le terrain à *Nummulites*, elle est contestée d'une manière très vive. Sans anticiper ici sur la discussion à laquelle nous devons nous livrer dans le mémoire général que nous avons déjà annoncé, il est essentiel, pour pouvoir mettre de l'ordre et de la clarté dans l'exposition des faits qui doivent servir de base au présent travail, que nous rappelions ici que, dans une lettre adressée à M. E. de Beaumont, lettre qui se trouve insérée dans le *Bulletin*, tome XIV, page 527, nous avons séparé des couches crétacées incontestables le terrain à *Nummulites*, et notamment les couches qui avaient paru dans l'origine à M. Dufrénoy identiques avec le lias, pour en faire provisoirement, sous le nom d'*Épicrétacé*, un type particulier plus récent que le terrain crétacé proprement dit.

Après avoir isolé ce terrain supérieur, il reste au-dessous une masse considérable de couches que nous avons été conduit, d'après nos observations, combinées avec les coupes de M. Dufrénoy, à diviser en trois étages, qui correspondent assez bien à ceux que l'on a reconnus dans le terrain crétacé de l'Angleterre et du nord de la France. Cette classification, que nous espérons bien améliorer par la suite, se trouve résumée dans un tableau annexé à la lettre que nous venons de rappeler, où nous avons fait entrer quelques indications sur la nature des roches et sur les principaux fossiles caractéristiques, indications au moyen desquelles nous pourrions nous dispenser de nous arrêter plus longtemps sur cet ensemble et passer immédiatement à la description particulière du terrain à *Nummulites*.

La petite carte géologique qui accompagne notre mémoire montre ce terrain, occupant, sur le revers septentrional des Corbières, une grande surface ayant la forme d'un triangle, dont le sommet serait à Albas près de la crête de la chaîne, et dont la base longerait à peu près la vallée du canal du Midi, entre Argens et Capendu, et s'étendrait ensuite jusqu'à Belcastel (1). C'est là le

(1) Les observations faites jusqu'à ce jour semblent prouver que le terrain crétacé qui, à l'E. de Lagrasse, passe sous le terrain à *Nummulites*, n'existerait plus à l'O. entre cette ville et l'Aude, de sorte que, dans cette

massif principal, qui se lie par un étroit ruban avec la zone à Nummulites de l'Ariège, dont l'extrémité E., comprise entre Alet et Quillan, sur la rive droite de l'Aude, appartient encore aux Corbières (1).

La puissance de ce terrain varie d'une contrée à une autre; mais si l'on considère qu'il occupe à peu près la moitié de la largeur de la chaîne, et que ses couches se redressent, dans la plupart des cas, vers la partie centrale, on sera forcé d'admettre qu'elle est très considérable, et nous ne croyons pas exagérer en portant jusqu'à 1000 mètres sa valeur maximum.

Les roches qui le composent sont des calcaires gris ou noirâtres, purs ou marneux, souvent compactes, qui contiennent fréquemment de très petits corps blancs, dans lesquels on peut quelquefois observer les caractères des *Miliolites*, des calcaires compactes subcristallins, des calcaires ordinairement d'un gris cendré clair, passant à des grès à grains très fins, dont certaines parties sont pétries de *Nummulites* et d'*Alvéolina* (Mélonies); des marnes ordinairement noirâtres, quelquefois cependant grises, rouges ou jaunâtres, contenant, en beaucoup de places, de nombreux fossiles, et notamment des *Turritella* (*Turritella imbricata*, Lamk), et prenant, en certaines localités, des nœuds solides, où semblent s'être concentrées les Nummulites; enfin, un poudingue, dont les galets ont pour base principale des calcaires compactes empruntés au terrain crétacé.

A l'exception de quelques calcaires contenant des coquilles d'eau douce, lesquels se montrent vers la base du terrain (Ribaute, le Rabe), tout ce système doit être considéré comme un dépôt marin. Les caractères des couches varient beaucoup en passant d'une localité à une autre, même lorsqu'on ne change pas de niveau géognostique. En général, ces caractères rappellent, comme nous l'avons déjà dit, les roches jurassiques les plus anciennes.

Quant à l'ordre dans lequel ces divers éléments se trouvent superposés, il ne paraît pas être assujéti à des règles bien fixes; toutefois, on peut admettre que les poudingues et les grès qui

partie des Corbières, le terrain que nous étudions reposerait immédiatement, comme dans la Montagne-Noire, sur le terrain de transition.

(1) En comparant ces indications avec les limites tracées sur la Carte géologique de France, on verra que nous rangeons dans le terrain à Nummulites, non seulement les couches colorées en jaune et rapportées par M. Dufrénoy au terrain crétacé supérieur, mais encore une partie de celles représentées par la couleur verte, affectée au terrain crétacé inférieur.

leur sont ordinairement associés, les calcaires d'eau douce et certaines marnes fossilifères (Albas) occupent la partie inférieure, tandis que les roches les plus riches en Nummulites et en Alvéolines se développent particulièrement à la partie supérieure.

Après ces considérations générales, nous avons donné dans notre mémoire des notions particulières sur les principaux gîtes fossilifères des Corbières, avec la liste des espèces que chacun de ces gîtes renferme. Ne pouvant entrer ici dans ces détails, nous nous bornerons à une liste générale, dans laquelle nous indiquerons cependant, à la suite de chaque espèce, les localités qui nous l'ont offerte.

Liste des fossiles épicrétacés des Corbières (1).

Polypiers.

* <i>Lunulites punctata.</i>	ar. Couiza.
* <i>Porites elegans.</i>	ar. Couiza, Coustouge, St-Laurent.
* <i>Astrea contorta.</i>	r. Fonjoncouse.
* — <i>distans.</i>	ar. Couiza.
* <i>Lobophyllia Micheliniana.</i>	ac. Fonjoncouse.
<i>Turbinolia sinuosa</i> , Al. Brongn.	cc. Couiza, cc. St-Laurent; ar.

Se trouve dans le terrain à Nummulites du Vicentin.

Foraminifères.

* <i>Nummulites Atacicus.</i>	cc. Coustouge, St-Laurent. Albas.
Vicentin, Egypte.	
* <i>Discorbites ammonius.</i>	ac. Couiza, Bize.
* — <i>granulosus.</i>	ac. id. id.
* <i>Alveolina Subpyrenaica.</i>	cc. Mont-Alaric.

Annélides.

<i>Serpula gordialis</i> , Schlot?	ac. Couiza.
------------------------------------	-------------

Terrain crétacé et jurassique de diverses localités.

— <i>quadrifarinata</i> , Munst. ?	c. Couiza, Coustouge, Roubia.
------------------------------------	-------------------------------

Grès vert de Ratisbonne d'après Goldfuss.

Conchifères.

* <i>Teredo Tournali.</i>	ac. Fontcouverte.
* <i>Panopea? elongata.</i>	ar. Coustouge, Fonjoncouse.

(1) Dans cette liste, on a fait précéder d'un P les noms des fossiles qui se trouvent aussi dans le bassin parisien. Les espèces nouvelles sont désignées par un astérisque (*): c signifie commun; cc, très commun; ac, assez commun; r, rare; ar, assez rare.

* <i>Crassatella minima.</i>	ar. Corbières.
P — <i>scutellaria</i> , Desh.??	r. Couiza.
* — <i>Securis.</i>	ac. Coustouge, Lagrasse.
<i>Lucina Corbarica.</i>	c. Coustouge, Fonjoncouse; St.-Laurent.
— <i>sulcosa.</i>	r. Coustouge.
* <i>Cytherea Custugensis.</i>	ac. Coustouge, Fonjoncouse.
* — <i>Rabica.</i>	r. Bords du Rabe.
* <i>Venus Rubiensis.</i>	r. Roubia.
* — <i>Subpyrenaica.</i>	ac. Plusieurs localités.
* <i>Venericardia minuta.</i>	ac. Coustouge, Albas, Couiza.

J'ai reconnu cette espèce dans la collection rapportée d'Égypte par M. Lefèvre.

* — <i>trigona.</i>	r. Coustouge, St-Laurent.
* — <i>vicinalis.</i>	r. Saint-Laurent.
P <i>Cardium hippopæum</i> , Desh.	r. Saint-Laurent, Albas.
P <i>Chama gigas</i> , Desh.?	ac. Couiza, Coustouge.
P <i>Modiola cordata</i> , Lamk.	r. Couiza.
P <i>Ostrea multicostata.</i>	ar. Plusieurs localités.
— <i>lateralis</i> , Nilson ?	ar. Roubia.

Craie de Suède et de Maestricht.

P — <i>gigantea</i> , Dubois.	r. Fontcouverte.
-------------------------------	------------------

Cette espèce, que M. Deshayes considère comme une variété de son *Ostrea latissima*, qui se trouve dans les couches inférieures du terrain tertiaire de Paris et de la Belgique, joue un rôle très important, d'après MM. Dubois et de Verneuil, dans le terrain à Nummulites de Crimée.

<i>Terebratula Defranciai</i> , Al. Br.?	r. Roubia.
--	------------

Craie du bassin parisien.

* — <i>Montolearensis.</i>	ar. Fontcouverte.
* — <i>Venei.</i>	ac. Roubia, Fontcouverte.

Mollusques.

<i>Planorbis.</i>	Bords du Rabe,
<i>Lymnea.</i>	id.
<i>Paludina</i> ?	Ribaute.
<i>Melania</i> ?	id.
P <i>Neritina conoidea</i> , Desh.	• Couiza, Albas, Roubia.

Ronca (Vicentin); Égypte, terrain à Nummulites.

<i>Natica acutella.</i>	c. Albas, Fonjoncouse,
* — <i>Albasiensis.</i>	c. Albas. Fonjoncouse, ar.
* — <i>brevispira.</i>	ac. Coustouge.
<i>Turritella Archimedis</i> , Al. Br.	r. Coustouge.

Terrain à Nummulites de Ronca (Vicentin).

- * — *Dufrenoyi*. ac. Couiza.
 P — *imbricataria*, Lam. cc. Couiza, Tournissan, Cous-
 touge, Lagrasse, etc.

Terrains à Nummulites du Vicentin, des Basses-Alpes, de Crimée, etc.

- | | |
|--|---------------------------------|
| P <i>Cerithium acutum</i> , Desh. | c. Fonjoncouse, Albas, Veraza. |
| * — <i>Albasiense</i> . | ac. Albas. |
| * — <i>Deshayesianum</i> . | r. Albas. |
| * — <i>fusiforme</i> . | ac. Albas. |
| P — <i>involutum</i> , Lam. | c. Albas. |
| * — <i>polygonum</i> . | ar. Albas. |
| P — <i>propinquum</i> , Desh. | r. Albas. |
| * — <i>Subpyrenaicum</i> . | r. Veraza. |
| * — <i>Venei</i> | c. Albas. |
| P <i>Fusus bulbiformis</i> , Lam. | ac. Couiza, Albas. |
| P — <i>longævus</i> , Desh. | ar. Couiza, Veraza, |
| P <i>Voluta ambigua</i> , Lam. | ar. Couiza, Albas, Fonjoncouse. |
| P <i>Terebellum fusiforme</i> , Lam. ? | r. Saint-Laurent. |
| Dents de squal. | Fontcouverte. |

Parmi toutes les localités citées dans cette liste, deux méritent d'être particulièrement remarquées; ce sont celles de *Couiza* et d'*Albas*. Elles offrent des marnes très riches en espèces, parmi lesquelles il s'en trouve un assez bon nombre du bassin de Paris. Le gîte d'*Albas* se recommande, en outre, par une belle suite de Cérîtes, qui le caractérisent d'une manière toute spéciale.

Si l'on jette maintenant sur la liste entière un coup d'œil général, on voit que la très grande majorité des espèces qu'elle présente sont inédites. Quinze espèces, dont douze ne peuvent laisser d'incertitude, se rapportent à des espèces tertiaires du bassin parisien et particulièrement des couches inférieures. Deux autres sont propres au terrain à Nummulites du Vicentin. Nous citons encore dans cette liste deux espèces (*Terebratula Defranciai* et *Ostrea lateralis*), qu'on n'a trouvées jusqu'à présent que dans le terrain crétacé du N. de l'Europe; mais le mauvais état de nos individus et quelques différences, qui peut-être ne sont qu'individuelles, ont inspiré à M. Deshayes, sur leur détermination, quelques doutes que nous partageons. C'est aussi avec une grande réserve que nous rapportons, d'après les figures de Goldfuss, deux Serpules à des espèces crétacées et jurassiques.

Montagne-Noire.

Nous avons déjà dit que le terrain à Nummulites se présentait sur le versant S. de la Montagne-Noire sous la forme d'une bande étroite. C'est à St-Papoul, non loin de Castelnaudary, que cette

bande commence, et, à partir de ce point, elle s'étend à l'E. sans interruption jusqu'à une petite distance de St-Chinian (Hérault). Dans toute cette longueur qui traverse entièrement le département de l'Aude, le terrain à Nummulites s'appuie immédiatement soit sur le terrain de transition, entre St-Chinian et Salsigne, soit sur le granite, entre Salsigne et St-Papoul, sans interposition de terrain crétacé ; caractère bien remarquable, puisqu'il semble annoncer, pour le système épicrotécé, une sorte d'indépendance que nous avait déjà fait pressentir la manière d'être de ces mêmes couches sur le versant N. des Corbières au N.-O. de Lagrasse.

Les couches qui constituent le gisement de la Montagne Noire sont redressées sous des angles assez faibles vers les roches anciennes, qui forment la masse principale, et présentent à cette masse leurs têtes, laissant entre les deux systèmes une espèce de sillon qui marque assez clairement leur limite.

C'est vers le fond de cette ligne creuse que paraît en plusieurs points, et notamment à Montolieu et à Conques, une assise de calcaire ordinairement blanchâtre, quelquefois subcristallin, où existent de nombreux fossiles d'eau douce, parmi lesquels MM. Braun et Rolland du Roquan ont reconnu environ 14 espèces, probablement inédites, appartenant aux genres *Bulimus*, *Agathina*, *Auricula*, *Cyclostoma*, *Pupa*, *Planorbis*, *Lymnea*, *Physa* (1). Cette assise remarquable, dont nous devons la connaissance à MM. Vène et Braun, peut avoir, d'après ce dernier géologue, 10 mètres de puissance au-dessus de Conques. On trouve encore dans cette même position, d'après M. Braun, un calcaire coloré en noir par du bitume, et qui contient aussi des fossiles d'eau douce associés à des gyrogonites.

Au-dessus de cette assise paraît la masse du terrain à Nummulites, lequel est principalement composé de calcaires arénifères ou marneux, grossiers, d'un gris sale, renfermant de nombreux fossiles ordinairement à l'état de moule, et souvent comme corrodés à la surface, et contenant des nœuds, en forme d'amandes, de calcaire plus dur, pétri de Nummulites. Ces calcaires sont fréquemment séparés par des lits marneux riches en *Ostrea multicostrata*, et par des marnes sableuses, verdâtres, où abondent les Nummulites. Un autre élément qui paraît, en général, occuper la partie supé-

(1) Ces espèces diffèrent de celles qui caractérisent le calcaire miocène que l'on exploite dans la vallée en face de Castelnaudary. Une des plus remarquables est une grande *Physa*, qui ressemble beaucoup à celle que l'on connaît dans les sables de l'argile plastique de Rilly (Marne).

rière de la formation, et que l'on trouve bien développé surtout à Moussoulens, est un calcaire blanc qui devient souvent subsaccharoïde par suite de la présence d'une multitude d'Alvéolines (Mélonies).

Nous réunirons ici dans une seule liste, sans désignation de localités, les fossiles marins que l'on trouve dans ces couches, parce que les divers gisements qui les présentent sont presque identiques dans toute l'étendue de la bande. Quant aux fossiles d'eau douce et terrestres, nous laissons à MM. Braun et Rolland le soin de les spécifier, et nous nous en tenons à l'indication des genres qui vient d'être donnée ci-dessus.

Liste des fossiles épicrotécés marins de la Montagne-Noire (1).

* <i>Nummulites Atacicus.</i>	cc.	* — <i>longispira.</i>	ac.
* <i>Alveolina Subpyrenaica.</i>	cc.	P. — <i>sigaretina.</i> Desh.?	ar.
<i>Spatangus ambulacrum.</i> Desh.?	ac.	* <i>Solarium simplex.</i>	ar.
Corse, Egypte. Terrain à		P. <i>Cerithium giganteum.</i> Lam.?	ar.
Nummulites.		* <i>Terebellum Carcassense.</i>	ar.
* <i>Teredo Tournali.</i>	ar.	<i>Terebellum obvolutum.</i> Brongn. r.	
* <i>Lucina Corbarica.</i>	c.	Ronca (Vicentin). T. à Num.	
P. <i>Chama gigas.</i> Desh.?	ar.	* <i>Terebellopsis Brauni.</i>	c.
P. <i>Ostrea multicostrata.</i> Desh.	cc.	P. <i>Nautilus Lamarckii.</i> Desh.	r.
* <i>Terebratula Montolearensis.</i>	ac.	* — <i>Rollandi.</i>	r.
P. <i>Neritina conoidea.</i> Desh.	ac.	Dents de Squale.	
* <i>Natica brevispira.</i>	ar.	— de Pycnodonte.	

L'examen de cette liste nous montre d'abord que la bande à Nummulites de la Montagne-Noire constitue un gîte spécial assez différent de celui des Corbières. En effet, sur 19 espèces bien déterminées, il s'en trouve 11 qu'on ne rencontre pas dans la petite chaîne que nous venons de nommer, parmi lesquelles plusieurs sont assez abondantes. D'un autre côté, les *Turritella*, la *Turbinolia sinuosa*, etc., si commune au-delà de l'Aude, ne reparaissent plus ici, où le premier de ces deux genres semble être remplacé par l'*Ostrea multicostrata*. La présence de deux grands *Nautilus*, dont l'un existe dans le gisement à Nummulites du bassin parisien, est encore un fait caractéristique et bien remarquable dont nous devons la connaissance à M. Rolland du Roquan, de Carcassonne. C'est encore à ce géologue, et à l'un de mes auditeurs, M. Tallavignes, que je dois la communication de deux moules d'un grand *Cerithium*, de la taille, mais probablement dif-

(1) Cette liste, comme celle relative aux Corbières, ne renferme que les fossiles déterminables.

férent, du *Cerithium giganteum*, lequel, dans tous les cas, m'a paru identique à celui que l'on a signalé dans le terrain à Nummulites de Crimée et d'Égypte. Un Spatangue, que nous rapportons avec doute au *Sp. ambulacrum*, Desh., à cause de quelques différences de contour qui s'effacent presque lorsqu'on le compare au type moulé de la collection Agassiz, serait un fossile important, si notre détermination venait à être confirmée, puisqu'il établirait un nouveau lien entre les gîtes épicrotécés de l'Aude, de Bayonne, de Corse et d'Égypte. Enfin, nous retrouvons encore dans cette liste le mélange, au milieu des fossiles propres au terrain à Nummulites, de plusieurs espèces du système parisien, et notamment l'*Ostrea multicostata*, qui joue ici le rôle de fossile habituel et caractéristique, la *Neritina conoidea*, le *Nautilus Lamarckii*, enfin, peut-être le *Cerithium giganteum*.

D'un autre côté, la présence des Nummulites et des Alvéolines des Corbières, et celle de plusieurs autres fossiles que nous avons déjà rencontrés dans ce dernier massif (*Lucina Corbarica*, *Chama gigas*, *Teredo Tournali*, *Neritina conoidea*, *Natica brevispira*), ne peuvent laisser aucun doute sur la correspondance des couches de l'un et de l'autre gisement. La bande de la Montagne-Noire n'est évidemment autre chose qu'un affleurement des couches à Nummulites des Corbières, qui passent sous les terrains miocènes de la vallée qui sépare les deux massifs.

CONCLUSIONS.

1^o Le gisement de l'Aude, qui se compose de la plus grande partie des Basses-Corbières et de la bande étroite qui se montre sur le revers méridional de la Montagne-Noire, offre le terrain à Nummulites, avec un développement et des caractères plus prononcés que dans tout le reste de la zone sous-pyrénéenne.

2^o Il comprend tous les terrains colorés en *jaune* sur la carte géologique de France, et rapportés par M. Dufrénoy au T. crétacé supérieur, plus une portion de ceux qui offrent la couleur *verte* affectée à l'étage inférieur du même groupe.

3^o Les caractères des roches qui constituent ce gisement varient, à la même hauteur géognostique, lorsqu'on passe d'une localité à une autre. En général, cependant, les couches inférieures sont formées par des poudingues à noyaux calcaires, associés à des grès

(1) Ces relations des deux gîtes se voient très clairement sur une petite coupe qui accompagne la carte géologique annexée à notre mémoire.

et à des marnes et recouvertes par des argiles à Cérîtes (Albas). C'est à cette hauteur que se développent en certaines localités (Ribaute, le Rabe, Conques, Montolieu) une ou plusieurs assises de calcaires caractérisés par des fossiles d'eau douce et terrestres qui probablement appartiennent à des espèces nouvelles. Le reste du terrain, dans lequel il paraît difficile de faire des subdivisions, consiste en calcaires subcompactes à Miliolites, associés à des grès et à des marnes arénifères (Lagrasse), ou en marnes jaunâtres ou noirâtres à Turritelles (Tournissan, Couiza), avec grès fins passant au calcaire, plus ou moins consistants, renfermant beaucoup de Nummulites et d'autres fossiles (Montolieu, le Rabe), et, enfin, en des calcaires à Mélonies souvent compactes et subcristallins (Alaric, Moussoulens).

4° Dans les parties méridionale et orientale des Corbières, on voit le terrain que nous étudions reposer sur les couches crétacées; mais du côté N.-O. de ce petit groupe, et dans tous les gîtes de la Montagne-Noire, ce même terrain paraît immédiatement posé sur les roches de transition ou sur le granite, et prendre ainsi l'allure d'une *formation indépendante*.

5° Les couches épicrotécées affectent, dans les Corbières, un redressement général vers le massif de transition qui forme la gibbosité centrale, sous un angle dont la valeur est très variable, médiocre ordinairement. Ce redressement que suit le T. crétacé, concordant avec le terrain à Nummulites partout où ces deux systèmes se trouvent ensemble, paraît dater de l'époque du soulèvement principal des Pyrénées. Ces terrains ont en outre été localement disloqués et modifiés par l'influence des Ophites qui, vers la lisière des Hautes-Corbières, ont pu se faire jour sur le sol ou s'approcher assez de la surface pour altérer sensiblement les caractères des roches, et pour y déterminer notamment la transformation du calcaire en gypse.

6° Un des principaux effets des relèvements et des dislocations soit généraux, soit locaux que nous venons de rappeler, a été la production de crêtes escarpées et souvent crénelées qui, d'après M. Dufrénoy, offrent souvent la direction normale des Pyrénées, et des vallons profonds et sauvages. C'est aussi à ces perturbations géologiques qu'il faut attribuer l'aspect ruiné et la stérilité de cette partie du département de l'Aude.

7° La bande étroite qui borde les terrains anciens sur le flanc méridional de la Montagne-Noire n'offre pas ces caractères de dislocation. Les couches y sont simplement et médiocrement relevées vers la chaîne centrale, à laquelle elles présentent sou-

vent leurs têtes sous la forme d'une crête légèrement saillante.

8° Le tableau général des fossiles que j'ai pu étudier jusqu'à ce jour, tableau qui se trouve annexé à mon mémoire, présente 104 espèces, dont 79 seulement ont pu être déterminées spécifiquement. Sur ces 79 espèces, il en est 53 propres au terrain qui nous occupe, dont 39 marines que j'ai décrites et figurées, laissant à MM. Braun et Rolland le soin de faire connaître les espèces d'eau douce. Les autres espèces, au nombre de 26, appartiennent presque toutes, d'une part au terrain tertiaire inférieur du nord, et d'autre part à des gîtes plus ou moins bien étudiés de la zone épicrétacée du midi de l'Europe. Nous avons recherché avec soin les indications de ces gîtes, et nous les avons consignées en regard des noms des fossiles, dans notre tableau général.

Nous croyons utile de donner à la fin de ce résumé la liste des espèces les plus habituelles du gisement de l'Aude considéré d'une manière générale; ces espèces sont :

C. <i>Turbinolia sinuosa.</i>	C. <i>Terebratula Venei.</i>
Nummulites <i>Atacicus.</i>	Neritina <i>conoidea.</i>
Discorbites <i>ammoneus.</i>	M. <i>Natica longispira.</i>
Alveolina <i>Subpyrenaica.</i>	C. <i>Turritella imbricata.</i>
Serpula <i>quadricarinata?</i>	M. <i>Terebellopsis Brauni.</i>
C. <i>Crassatella Securis.</i>	C. <i>Natica acutella.</i>
Lucina <i>Corbarica.</i>	C. — <i>Albasiensis.</i>
C. <i>Venericardia minuta.</i>	C. <i>Cerithium acutum.</i>
M. <i>Ostrea multicostata.</i>	C. — <i>involutum.</i>
M. <i>Terebratula Montolearensis.</i>	

On voit que parmi ces 19 espèces habituelles, on en trouve 5 qui sont également communes dans le bassin parisien, et surtout dans les couches inférieures; ce sont les suivantes :

<i>Ostrea multicostata.</i>	<i>Cerithium acutum.</i>
<i>Neritina conoidea.</i>	— <i>involutum.</i>
<i>Turritella imbricata.</i>	

tandis qu'aucun fossile bien reconnu comme crétacé ne s'y trouve compris.

Nous avons eu bien souvent l'occasion de comparer les espèces du T. crétacé incontestable des Corbières à celles du T. à Nummulites, et toujours elles nous ont offert des caractères différents.

(1) Parmi ces fossiles, les uns se rapportent plus particulièrement au gîte des Corbières, nous les avons désignés par la lettre G; les autres à la Montagne-Noire, la lettre M nous a servi à les désigner.

Les Nummulites notamment et les Rudistes ne se mêlent point dans les mêmes couches, à moins, cependant, que cela n'ait lieu vers la surface de contact des deux formations, où l'on pourrait admettre une liaison que semblent prouver les observations de MM. Dufrénoy et Vène.

En un mot, il existe bien réellement, dans le département de l'Aude, si l'on considère les choses en grand, une puissante formation caractérisée principalement par les Nummulites, laquelle se développe d'une manière indépendante, ou se trouve superposée à la formation crétacée dont les Rudistes sont les fossiles les plus caractéristiques.

Le but direct de notre mémoire était l'établissement de ce fait, qui nous sera d'un grand secours pour la détermination du système général à Nummulites, dont l'étude sera, comme nous l'avons déjà annoncé, l'objet d'un autre travail.

Nota. Les pages qu'on vient de lire offrent le résumé de la première partie seulement de notre mémoire. La seconde partie, qui se compose d'un tableau général des fossiles et de la description des espèces nouvelles, avec 5 planches où ces espèces se trouvent figurées, n'est pas susceptible de résomption.

A la suite de cette lecture, M. le marquis de Roys annonce qu'il a vu un lambeau de terrain nummulitique au bord du Rhône, près du Bourg St-Andéol (Ardèche), qui est connu dans le pays sous le nom de banc rouge. Ce qu'il en a observé est un calcaire subcristallin surmonté d'un grès très friable. Il y a vu des Nummulites, des Huîtres, plusieurs coquilles turriculées et un Nautilé. Ce terrain est distinct, par ses fossiles et sa plus grande cristallinité, de la partie des terrains crétacés inférieurs; mais il est encore plus différent des terrains tertiaires voisins, qui, il est vrai, n'appartiennent probablement pas à la partie inférieure de ces terrains.

M. Bourjot dit avoir recueilli sur les bords de l'Adige un échantillon de terrain nummulitique, dont les Nummulites lui paraissent semblables à celles dont a parlé M. Leymerie.

M. Constant Prevost, à l'occasion du mémoire de M. Leymerie, lit la note suivante :

Vue sur le terrain nummulitique de la Sicile
par M. C. Pruvost.

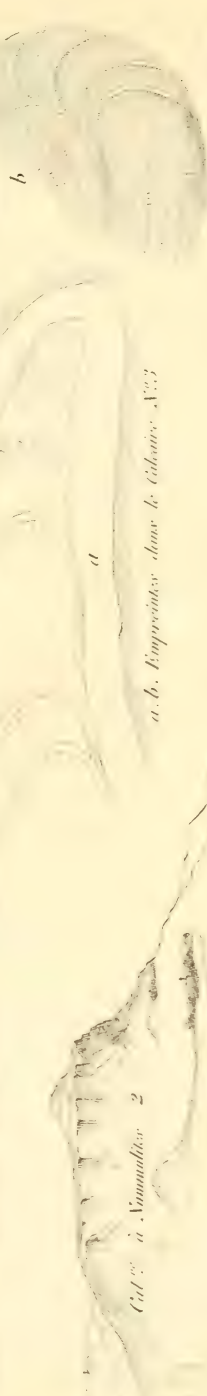
Coupe du Cap Passaro à Syracuse



1 Roches volcaniques - 2 Cal. à Nummulites et Hippurites - 3 Calcaire grossier à Rudistes - 4 Marnes - 5 Calcaire tertiaire ancien - 6 Tuff tertiaire moderne.



Nummulites et Nummulites du Cal. I^{re} 2



a. b. Imprimées dans le Calcaire A^{re} 3

de la grande

Vue et Coupe du M. St. Calogero de Sciacca

Mer



Note sur le terrain nummulitique de la Sicile, et considérations générales à ce sujet.

Je ferai observer que, s'il résulte des observations de M. Leymerie, qu'au pied des Pyrénées et dans les Corbières le système à Nummulites se lie plus intimement aux terrains tertiaires qu'aux terrains secondaires, il n'en est évidemment pas de même en Sicile. J'ai vu dans un grand nombre de localités les calcaires nummulitiques géologiquement unis à ceux qui renferment les Hippurites, et M. F. Hoffmann n'a pas hésité, plus que moi, à rapporter les bancs à Nummulites et à Hippurites de Girgenti, de Sciacca et du cap Passaro, à la partie supérieure des terrains crétacés.

Le cap Passaro, à l'extrémité S.-E. de la Sicile, est formé notamment par plusieurs assises presque horizontales, intimement liées l'une à l'autre, d'un calcaire blanc, dur, cristallin, qui reposent sur des roches volcaniques anciennes, au contact desquelles la roche a été évidemment modifiée; celles de ces assises qui sont le plus inférieures renferment un très grand nombre d'Hippurites, tandis que les supérieures sont presque entièrement composées de Mélonies et de Nummulites; je crois même me rappeler, et je l'ai noté, que les deux sortes de fossiles se rencontrent dans la même couche; je n'avance ce dernier fait qu'avec doute; mais ce dont je suis convaincu, c'est que la concordance parfaite dans la superposition, les rapports des divers bancs au contact, leur identité minéralogique, ne permettent pas d'admettre une distinction géologique entre les bancs inférieurs et les supérieurs; pour le géologue, c'est évidemment un même système.

Si du cap Passaro on revient au nord vers Noto par Pachino, et jusqu'à Syracuse (1), on trouve sur les bancs saccharoïdes à Hippurites et à Nummulites (n° 2), un calcaire beaucoup plus grossier, jaunâtre (n° 3), dans lequel, avec des Turbinolies et des moules de coquilles univalves, d'aspect tertiaire, se voient, non pas des Hippurites semblables

(1) Voir la coupe du cap Passaro à Syracuse, pl. I.

à celles du cap Passaro, mais des vestiges de coquilles cloisonnées à la manière de celles de la famille des Rudistes. J'ai pu dessiner de ces empreintes, qui avaient près de six pouces de longueur (pl. I, fig. a, b).

C'est au-dessus du calcaire grossier à Turbinolies que vient cette marne blanche crétacée (n° 4), qui, en Sicile comme en Italie, et, à ce qu'il paraît, en Syrie, en Égypte et en Algérie, forme un horizon géologique très constant. Cette marne blanche offre les plus grandes ressemblances minéralogiques avec la craie de Meudon, celle de l'Angleterre et du Nord; elle paraît, suivant les observations de M. Ehrenberg, presque entièrement composée de Foraminifères microscopiques, dont plusieurs espèces se voient également dans la craie du Nord et dans celle de Meudon; mais, d'un autre côté, cette marne renferme, d'après M. de Pinteville (*Bull. de la Soc. géol.*, t. XIV, p. 558), les *Pecten flabelliformis*, *Scalardia crassicostata*, *Terebratula caput serpentis*, *T. vitrea*, *T. bipartita*, *T. ampulla*, tous fossiles reconnus comme tertiaires, et enfin une Gryphée, que l'on a souvent confondu avec l'*Ostrea vesicularis* de la craie, à laquelle elle ressemble beaucoup, mais dont les paléontologistes ont fait l'*Ostrea navicularis*, coquille très abondante dans les dépôts analogues de l'Italie, de la Grèce, de la Syrie et de l'Afrique septentrionale.

C'est dans la marne, dont les caractères secondaires et tertiaires se mélangent pour ainsi dire, qu'est le gisement ordinaire du gypse, du soufre et du sel gemme, en Sicile.

Aussi, tandis que M. F. Hoffmann regardait les dépôts de ces substances comme subordonnés à celui de la craie, j'ai été conduit, au contraire, à les placer à la base des terrains tertiaires (*Bull. de la Soc. géol.*, t. II, p. 403 et 404, et t. III, p. 176). C'est la difficulté de trouver dans cette partie de l'Europe une séparation tranchée comme celle que l'on observe dans le Nord entre la craie et les terrains tertiaires qui est la cause naturelle de cette divergence d'opinion entre M. F. Hoffmann et moi, dont l'opinion s'est trouvée appuyée depuis par les observations de MM. Paillette et de Pinteville; ce sont les faits constatés

pendant mon voyage qui m'ont fait dire : « Il en est de » ces produits et phénomènes volcaniques comme des cal- » caires qu'ils accompagnent ; ceux-ci passent de l'un à l'autre » par des nuances presque insensibles , depuis la craie *inclu-* » *sivement* jusqu'aux sédiments qui se déposent et se conso- » lident encore maintenant ; et si dans une localité on voit » des caractères et des superpositions qui semblent annoncer » des périodes bien tranchées, dans une autre on trouve » des transitions graduées. C'est ainsi que de Syracuse à Pa- » chino par Noto , on voit les terrains tertiaires les plus mo- » dernes passer graduellement à la craie , transition que l'on » retrouve encore auprès de Sciacca , au mont Saint-Calogero » et au pied du mont Érix de Trapani. » (*Bull.*, t. II, p. 404.)

Je sais bien que cette assertion parut dans le temps presque une hérésie paléontologique à ceux des géologues qui ont admis *à priori* que la formation de chaque groupe des terrains doit avoir suivi ou précédé une révolution générale par l'effet de laquelle tous les êtres auraient été anéantis et remplacés par de nouvelles créations ; mais je n'ai jamais eu foi, comme on le sait, dans ces brillantes hypothèses, et j'ai depuis longtemps confiance dans la découverte successive de faits qui s'accumuleront bientôt, je l'espère, de manière à réduire à leur juste valeur des illusions, séduisantes par leur invraisemblance même.

F. Hoffmann, que j'ai connu à Naples longtemps après avoir communiqué mes premières impressions à la Société (mai 1833), avait vu comme moi qu'il y a passage, en Sicile, de la craie aux terrains tertiaires ; ainsi il dit (*Bull.*, t. III, p. 176) : « Cette liaison double du sol secondaire et » tertiaire est un des faits les plus curieux dans la géologie » de la Sicile, d'autant plus qu'il y a *mélange* des fossiles, à » la limite des deux terrains, et que les coquillages du sol » tertiaire présentent les caractères d'un dépôt très récent. »

En effet, au-dessus de la marne blanche, au cap Passaro comme à Sciacca et à Girgenti, sont superposés les deux systèmes synchroniques d'argile ou de calcaire tertiaire (Macaluba, Sciacca, Val de Noto et Syracuse) (Pl. I, n° 5), systè-

mes que j'ai appelés anciens, bien qu'ils contiennent, avec des fossiles de la marne, des fossiles semblables aux calcaires et faluns les plus modernes de Castro-Giovani, Girgenti, Syracuse, Messine, Palerme, Melazzo, etc. (n° 6), mais parce que ces derniers reposent dans un grand nombre de points en superposition très contrastante sur les premiers; ceux-ci même, comme je l'ai dit (*Bull.*, t. III, p. 176), ont été traversés par des émissions de roches volcaniques dont les fragments se voient empâtés dans les calcaires récents qui, paléontologiquement parlant, ne diffèrent presque pas des dépôts qui se forment actuellement dans la Méditerranée. Ici la liaison par les fossiles est aussi incontestable que l'est la séparation géologique par la discordance de superposition.

A l'occasion des conséquences générales qui me paraissent devoir découler bientôt de la discussion calme et impartiale des opinions et des observations d'un grand nombre de savants, et particulièrement de celles de MM. Dufrénoy, Leymerie et Deshayes, relativement au gisement et au classement géologique des calcaires à Nummulites du Soissonnais, de la Suisse, du Vicentin, de l'Italie, de la Sicile, de la Grèce, de l'Afrique, etc., je demande la permission à la Société de transcrire à la suite de cette note improvisée un passage imprimé d'un mémoire encore inédit, mais, depuis plus de quinze ans, rédigé et communiqué à l'Académie des sciences :

« Je ne puis me dispenser de faire de nouveau remarquer
» combien il est important pour l'histoire philosophique des
» êtres et pour celle des révolutions qui ont agité la surface
» de la terre, de rechercher si l'apparition ou la disparition
» de certains types de végétaux ou d'animaux fossiles dans
» les couches superposées d'une portion du sol, tient à ce que
» les types d'organisation auraient réellement changé, et que
» des espèces anéanties auraient été remplacées par des espèces
» nouvellement créées. Ne pourrait-on pas croire plutôt que
» les circonstances de localité n'étant plus les mêmes, les races
» qui habitaient un point quelconque l'ont abandonné pour se

» retirer sur des points plus convenables, tandis que d'autres
» races, qui existaient déjà dans certaines contrées plus ou
» moins éloignées, sont venues s'établir dans des lieux ren-
» dus propres à leur existence par suite de certains événe-
» ments? Ainsi le changement d'une mer profonde en une
» baie, de celle-ci en un lac, en un marais, ne doit-il pas
» avoir amené des changements dans la série des espèces qui
» se seront succédé dans un même lieu? Ainsi les change-
» ments dans les rapports des continents et des mers, dans la
» direction des courants, la position, l'abondance plus ou
» moins grande des affluents, la modification dans les cli-
» mats qui en sont la conséquence, etc., etc., ne peuvent-ils
» pas produire de semblables résultats?... Telle me semble
» cependant être la tendance des opinions de beaucoup de
» géologues, que, croyant voir dans la distribution des fos-
» siles dans les couches de la terre l'indication exacte de
» l'ordre suivant lequel les divers êtres auraient été créés et
» auraient apparu pour la première fois dans les eaux ou sur
» la terre, ils regardent, en retournant la proposition, comme
» déposées à la même époque les couches qui renferment les
» mêmes espèces.

» Je suis loin de nier que l'identité des fossiles ne caracté-
» rise, dans beaucoup de cas, des dépôts de même âge ; mais je
» crois que, dans beaucoup de cas aussi, des fossiles sem-
» blables peuvent appartenir à des dépôts d'âge différent, et,
» pour arriver à cette conclusion, je me fonde sur l'analogie
» et sur le raisonnement le plus simple. On ne peut révoquer
» en doute, dit-on, que certains types, certaines espèces, ont
» commencé à exister après que d'autres avaient cessé d'être,
» puisque, dans la série des couches dont est composé le sol,
» on ne trouve plus les uns à une certaine hauteur dans
» l'ordre chronologique des terrains (*Ammonites*, *Belemnites*,
» *Ichthyosaures*), et que les débris des autres ne se rencon-
» trent jamais au-delà d'une certaine profondeur (*Mammi-
» fères*, *Éléphants*, etc.). Tout en admettant le fait comme un
» résultat de l'observation, et la conséquence comme juste
» dans sa généralité, je crois cependant qu'il est possible de
» s'égarer en en faisant l'application dans la plupart des cas

» particuliers. Ainsi, pour prendre un exemple, en laissant de
 » côté la difficulté, insoluble pour nous, de concevoir la
 » création subite et de toutes pièces d'une espèce nouvelle
 » (comme un *Mastodonte*, un *Crocodile*, un *Poulpe*, une *Huitre*
 » même, etc.), supposons que les circonstances et les condi-
 » tions nécessaires pour la production d'un tel prodige se
 » réunissent sur un point; s'ensuivra-t-il que sur tous les
 » autres points de la surface de la terre, dans le même mo-
 » ment et comme instantanément, des individus de la nou-
 » velle espèce seront simultanément créés? Ne faudra-t-il pas
 » du temps pour que la propagation multiplie le nombre des
 » individus? Et lorsque les causes destructives exerceront
 » leur influence, les mêmes effets de destruction seront-ils
 » produits partout en même temps? L'anéantissement de la
 » race ne pourra-t-il pas avoir lieu dans une contrée long-
 » temps avant la disparition de tous les individus de la même
 » race dans une autre contrée? Si ces réflexions n'ont rien
 » que de raisonnable, ne conçoit-on pas que les sédiments
 » qui se formeront près de l'endroit où le type a pris nais-
 » sance pourront contenir des fossiles qui ne commenceront
 » à se montrer qu'au sein de couches beaucoup plus nou-
 » velles, formées là où le type se sera le plus longtemps con-
 » servé?

» J'ai été entraîné presque malgré moi dans cette digres-
 » sion, en pensant à la grande différence qui existe *entre les*
 » *fossiles de la craie et ceux des premiers dépôts du calcaire*
 » *grossier*. Est-ce que les races des animaux dont les débris
 » caractérisent ce dernier n'existaient nulle part *lorsque la*
 » *craie se déposait encore*? Est-ce que l'on ne pourrait pas re-
 » trouver des dépouilles semblables dans des terrains plus an-
 » ciens formés dans de plus anciennes baies?

» Les dépôts qui, depuis plus de six mille ans, se for-
 » ment au sein de la Méditerranée, par exemple, n'en-
 » veloppent-ils pas des animaux semblables, presque tous, à
 » ceux qui caractérisent les terrains tertiaires *circum-méditer-*
 » *ranéens*, et les uns ne sont-ils pas les ancêtres des autres,
 » comme peut-être les fossiles tertiaires des Hautes-Alpes se-
 » raient la dépouille des ancêtres des animaux qui ont peuplé

» plus tard le bassin parisien. » (*Documents pour l'hist. des terr. tert. Essai sur la form. des terr. des env. de Paris*, p. 114.)

M. de Pinteville s'élève contre l'idée de considérer la couche de marne blanche crayeuse à foraminifères et à fossiles tertiaires de Pachino, comme un passage du terrain crétacé au terrain tertiaire. En effet, bien que reposant immédiatement sur les couches à Nummulites et à Hippurites qui forment, en Sicile, la partie supérieure de l'étage crétacé, bien que se trouvant à la base du terrain subapennin de la Sicile, l'ensemble des fossiles qu'elle renferme, et dont quelques uns sont encore vivants, le porte à supposer au contraire qu'il y a eu un long intervalle entre la craie et ce terrain, qu'il est impossible de placer plus bas que la partie inférieure du système Pliocène.

M. Deshayes parle dans le même sens.

M. Virlet rappelle, pour appuyer l'idée de l'indépendance de la formation nummulitique, qu'aux environs de Chambéry, où le système crayeux manque, cette formation repose immédiatement sur le calcaire à *Chama ammonia* du terrain néocomien.

M. Deshayes déclare avoir examiné les fossiles trouvés dans le terrain tertiaire de Dax avec le *Terebratula Caput-serpentis* de la Méditerranée, et ceux considérés par M. Leymerie comme étant le *Terebratula Defranci* et l'*Ostrea lateralis*, espèces crétacées. Il est difficile de déterminer l'espèce de ces échantillons : ainsi, celui considéré comme étant le *Terebratula Defranci* a les deux valves chevauchant l'une sur l'autre, et les deux oreillettes particulières à cette espèce ne se montrent pas. Le *Spatangus ambulacrum* de M. Leymerie n'est pas moins douteux. Il faut donc encore laisser, quant à présent, la question dans le doute où elle se trouve. Enfin, la dénomination de terrain *épicrotécé*, employée par M. Leymerie, paraît fâcheuse à M. Deshayes, parce qu'elle ne s'applique pas à un terrain d'une nature particulière, indépendant soit du terrain tertiaire de Paris, soit de la craie. Les terrains d'eau douce ont un cachet si particulier qu'on ne peut s'y méprendre. On ne connaissait pas tout le terrain tertiaire en France. On commence à le

connaître, grâce aux travaux de M. Leymerie et à ceux de M. Pratt. Le nom de terrain Nummulitique, sous lequel ce terrain est connu dans la science, a l'avantage de ne rien déplacer. C'est une connaissance plus complète du terrain tertiaire inférieur.

M. d'Archiac rappelle qu'il a dit précisément la même chose, il y a dix-huit mois environ, dans la séance du 15 mai 1843 (*Bull.*, 1^{re} série, t. XIV, p. 488 et suiv.), une quinzaine de jours avant la lecture d'une lettre de M. Leymerie sur le même sujet.

M. A. d'Orbigny rappelle à son tour qu'il l'avait fait dans cette même séance avant M. d'Archiac (*Bull.*, 1^{re} série, t. XIV, p. 486 et suiv.).

M. Leymerie répond qu'il ne met pas en doute que ce soit là un terrain tertiaire; que c'est pour lui l'*Eocène du Midi*, et qu'il développera plus tard cette idée dans un mémoire spécial. Il ne diffère pas d'opinion à cet égard avec MM. Deshayes, d'Archiac et A. d'Orbigny. Si l'on donne le nom de terrain tertiaire à tout ce qui est paléontologiquement supérieur à la craie, reste la question de synchronisme entre les terrains tertiaires parisiens et ceux du Midi. Or, M. Leymerie ne pense pas que l'on puisse établir de synchronisme entre les divers étages de ces deux bassins. Quant à ce qui est des fossiles, il s'empresse d'adopter les idées de M. Deshayes, qui, dit-il, s'y connaît beaucoup mieux que lui.

M. d'Archiac dit que les terrains qui ont donné lieu à cette discussion sont aussi indiqués comme tertiaires dans un travail de M. de Boucheporn, qui fonde cette opinion sur des considérations théoriques d'un ordre très élevé.

M. Leymerie répond que M. de Boucheporn part de l'idée que, les lignes de soulèvement s'étant étendues d'un même coup tout autour du globe, les lignes de démarcation des terrains, dues à un seul et même phénomène, s'étendent à la fois sur toutes les parties du globe; que toutes ces idées ne sont pas généralement admises, et que, pour son compte, il pense le contraire; que des observations eussent mieux décidé la question que les théories de M. de Boucheporn.

M. d'Archiac réplique que la distinction des terrains,

d'après des considérations paléontologiques, n'est elle-même qu'une théorie, que c'est donc prêter appui à cette théorie que d'arriver aux mêmes conclusions par des considérations théoriques d'un ordre tout différent.

M. Deshayes réclame la priorité de l'idée du rapprochement de ces terrains avec les terrains tertiaires de Paris. Il l'a émise, il y a au moins une dizaine d'années, dans des discussions à la Société même, à propos des soulèvements des Alpes.

M. Angelot donne lecture de la lettre suivante, à lui adressée de Grenoble le 21 octobre 1844 par M. Scipion Gras :

Nouvelles observations sur les gîtes de spilite du Dauphiné,
par M. Scipion Gras, ingénieur des mines.

En parcourant, cette année, les Alpes Dauphinoises, j'ai découvert quatre gîtes de spilite qui étaient restés jusqu'à présent inconnus ; car ils ne sont ni indiqués sur la carte géologique de France, ni mentionnés par aucun auteur. Je crois devoir les signaler aux géologues, en donnant quelques détails succincts sur ceux qui m'ont paru les plus intéressants.

Le premier de ces gîtes est situé tout près du village d'Auris-en-Rattiers, dans la vallée de la Roisanne ; il forme, au N.-O. du village, un escarpement au-dessous duquel passe le chemin qui conduit à la Valdens. Ce spilite est à base d'aphanite verdâtre, avec paillettes de mica bronzé. La chaux carbonatée y est disséminée, non pas en noyaux arrondis, mais en petites particules jaunâtres presque indiscernables. Sur quelques points il est distinctement stratifié et entremêlé de lits schisteux d'un rouge foncé. Les bancs spilitiques se trouvent au milieu de calcaires altérés auxquels ils sont intimement liés. La coupe du terrain qui constitue cette localité est très intéressante. On y observe, en allant de bas en haut, 1° des calcaires schisteux à Bélemnites formant la base de la vallée ; 2° des bancs de spilite en partie stratifiés et même schisteux ; 3° quelques couches peu épaisses de calcaire altéré, compacte et dolomitique ; 4° des grès argileux et micacés avec indice d'anthracite ; 5° des grès quarzeux et des poudingues à base de schiste argilo-talqueux ; 6° enfin des talcschistes et des gneiss. Ce dernier système de couches constitue toute la montagne au pied de laquelle est bâti le village d'Auris ;

sa superposition aux roches précédentes est évidente , et peut se suivre sur plusieurs centaines de mètres de longueur. Cette localité doit donc être ajoutée à tant d'autres déjà connues dans les Alpes, où l'on voit le terrain de schiste talqueux et de protogyne recouvrir soit les grès à anthracite , soit les schistes à bélemnites.

Le second gîte de spilite constitue le sommet même du col de Praclos ou de Prades, que l'on traverse pour aller de Valjouffrey à Corps. Comme à Auris, il se trouve à la jonction du calcaire à Bélemnites et des grès anthracifères. En suivant l'arête du col dans la direction du S. au N., on observe successivement : 1° des grès rouges quartzeux , faisant partie du système anthracifère ; 2° un banc de calcaire gris , avec silex présentant sur plusieurs points l'aspect et la nature minéralogique du spilite ; 3° plusieurs couches de schiste calcaire devenues rouges et siliceuses par altération ; 4° des lits de spilite schisteux intimement liés aux couches précédentes et alternant avec elles ; 5° des bancs de calcaire altéré, compacte ; 6° une grande masse de spilite à pâte de couleur brune avec de nombreuses amygdales calcaires ; 7° enfin une longue série de calcaires schisteux à Bélemnites. La stratification plus ou moins distincte de ces diverses roches paraît d'abord verticale , puis elle incline fortement vers le N.-E. Le terrain de schiste talqueux se trouve à peu de distance de là , vers le S.-O., et succède immédiatement aux grès anthracifères sans qu'on puisse voir clairement leurs relations mutuelles à cause du bouleversement des couches.

Si l'on suppose une ligne droite menée du col de Praclos à Auris et prolongée vers le N.-O. jusqu'au-delà du village de la Valette , cette ligne , longue d'environ quinze kilomètres , passera par les hameaux de Gragnolet et du Villars , situés entre Entraiques et Valjouffrey , par la Roche près les Engellas , par Valbonnais , le col de Plancolet , Auris , et enfin par la montagne du Mouchet , au-dessus de la Valette. Ce qui est bien remarquable, c'est que dans toutes les localités qui viennent d'être citées on observe soit du spilite , soit du gypse et du calcaire altéré à l'état de cargneule , en sorte que ces trois espèces de roches se trouvent ou associées , ou rangées sur une même ligne droite. Leur alignement , que j'ai remarqué également ailleurs , établit entre elles une liaison intime ; c'est une preuve, ajoutée à beaucoup d'autres, qu'on doit les considérer comme des équivalents géologiques probablement d'origine contemporaine et formés de la même manière. La disposition de ces roches métamorphiques par bandes rectilignes présente aussi une analogie frappante avec les axes des

bouleversements qui, en se croisant dans plusieurs directions, ont donné naissance aux Alpes ; ce qui m'a fait penser depuis longtemps qu'il avait existé des rapports , au moins dans la manière d'agir, entre la cause qui a soulevé les montagnes et celle qui a modifié leurs caractères minéralogiques sur de grandes longueurs.

Le troisième gîte de spilite que j'ai rencontré est situé sur le col de Bacha , par lequel on communique du Valsenestre au Désert , dans la haute vallée de la Bonne ; il forme à l'O. du col un mamelon escarpé ayant tout-à-fait le même aspect que les calcaires altérés qui l'environnent , et il se trouve à peu près sur la ligne de jonction de ces derniers et du terrain talqueux.

Quant au quatrième gîte , on le voit au-dessus du village de Venosc , au hameau du Collets , où , comme le précédent , il est intercalé entre des roches talqueuses et des calcaires à Bélemnites.

Le nombre total des gîtes spilitiques distincts connus actuellement dans le Dauphiné est d'environ vingt-quatre. Les trois quarts au moins de ces gîtes se trouvent à très peu près sur la ligne même de contact du terrain talqueux et des schistes à Bélemnites. La plupart des autres ne sont distants de cette ligne que de quelques centaines de mètres. Le gîte du Pont-de-Cognet , qui de tous est le plus éloigné des montagnes de talcschiste et de gneiss , n'en est cependant séparé que par un intervalle d'environ 10 kilomètres. Ce rapport constant de voisinage entre les spilites et les roches talqueuses des Alpes n'est pas certainement dû au hasard. Dans l'état actuel de la science , il serait bien difficile d'indiquer la cause de cette liaison ; mais elle me paraît incontestable. Elle mérite d'autant plus d'être remarquée que les gypses qui accompagnent si souvent les spilites ont une indépendance de gisement beaucoup plus grande. Ainsi , dans les départements de la Drôme et des Basses-Alpes, où les roches talqueuses manquent, on ne rencontre pas non plus de spilite , tandis que les gypses métamorphiques y sont très abondants.

Sur les vingt-quatre gîtes de spilite que renferme le Dauphiné, il n'en est aucun qui ne soit en contact , au moins d'un côté , avec des couches calcaires, et intimement lié avec elles géologiquement et minéralogiquement. Tous, à un très petit nombre d'exceptions près , offrent des indices d'une stratification quelquefois très distincte , et cette stratification est concordante avec celle du terrain calcaire voisin ; enfin il y a une similitude complète sous le rapport des circonstances du gisement entre les spilites et les gypses. D'après ces caractères constants , j'ai rapproché ces deux espèces de roches , et je les ai considérées aussi bien l'une que l'autre comme

le produit d'une modification profonde que des agents plutoniques auraient fait subir à des couches originairement calcaires. Mon opinion a trouvé un contradicteur dans M. Coquand, qui, persuadé d'abord que dans tous les pays les spilites avaient été formés de la même manière, m'a objecté que ceux de l'Esterel, dans le Var, paraissaient être le résultat d'un épanchement. J'ai répondu qu'en admettant comme exacts les faits cités dans l'Esterel, on ne pouvait en conclure qu'une seule chose, c'est que les spilites de cette contrée, ayant un mode de gisement opposé à ceux du Dauphiné, avaient été aussi formés d'une manière différente. Dans une nouvelle note insérée récemment dans le *Bulletin* (1), M. Coquand a abandonné l'argument tiré de l'Esterel pour en employer un autre qui, je crois, n'est pas meilleur.

Au lieu d'aborder le fond même de la question, de discuter les faits et les raisonnements que j'avais fait valoir, et de justifier ainsi sa prétention de connaître les spilites des Alpes, mon adversaire n'a rien trouvé de mieux que d'invoquer l'opinion de M. Gueymard et de quelques autres membres de la Société géologique, réunis à Grenoble en 1840. Ces membres, dont je reconnais hautement la science, étaient persuadés depuis longtemps, conformément à l'opinion commune, encore consacrée par tous les traités de géologie, que le spilite est une roche essentiellement plutonique. Ils n'ont pas cru devoir renoncer de prime-abord à cette manière de voir pour adopter la mienne, surtout après une exploration évidemment insuffisante des gîtes spilitiques du Dauphiné. Cette réserve n'a rien d'étonnant; ce qui l'est davantage, c'est que l'on s'appuie sur de pareilles raisons dans une discussion géologique (2).

C'est également en ayant recours à l'autorité que M. Coquand a cherché à combattre ma réclamation au sujet des expressions de spilite et de mélaphyre, considérées par lui comme synonymes; mais, là encore, il est resté à côté de la question. Il résulte bien de ses citations et des détails dans lesquels il est entré que dans certaines localités, comme dans l'Esterel, le mélaphyre et le spilite affectent le même gisement, et passent de l'un à l'autre: cela est incontestable; mais doit-on en conclure qu'il n'y a aucune différence entre un spilite et un mélaphyre? S'il fallait adopter la

(1) Tome I^{er}. 2^e série, page 414.

(2) Que dirait M. Coquand, si, pour faire rejeter sa classification des terrains tertiaires de la Provence, je me contentais d'objecter que MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy et Rozet ne sont pas de son avis?

même dénomination pour toutes les roches qui sont réunies dans la nature, et quelquefois liées entre elles par des transitions insensibles, toute la nomenclature minéralogique se réduirait à trois ou quatre noms. M. Brongniart a créé tout exprès le mot *spilite* pour que la roche ainsi désignée, et qu'il a bien définie, ne fût plus confondue avec le *mélaphyre*, le *trappite*, etc. Je persiste à croire que c'est embrouiller la science que de chercher à rétablir cette confusion. Il est d'ailleurs évident qu'il faut ou ne pas adopter un nouveau nom, ou bien lui conserver le sens que son auteur lui-même lui a donné.

La discussion qui s'est élevée entre M. Coquand et moi au sujet des *spilites* des Alpes me paraissant épuisée et déjà trop longue, je dois déclarer qu'à l'avenir et dans tous les cas je n'ajouterai plus rien aux réflexions par lesquelles je viens de terminer cette note.

M. Rivière pense que MM. Gras et Coquand donnent le nom de *spilite* chacun à des roches différentes. Les *spilites* de M. A. Brongniart ne sont pas ceux de M. Gras, qui confond sous ce nom cinq ou six roches différentes de composition et d'origine, et jusqu'à des *oligistes*, ainsi que j'ai pu le vérifier, dit-il, sur des échantillons de ces localités; et peut-être M. Coquand en fait-il autant. Cette confusion d'ailleurs n'est que trop facile; mais cela rend la discussion entre ces messieurs interminable. Les *spilites* de M. Brongniart sont des roches à base d'*Aphanite*; M. Rivière donnera plus tard une note à ce sujet.

M. Virlet fait observer que les discussions sur les *spilithes* tiennent probablement à ce que les géologues ne se rendent pas toujours bien compte de leur origine. Selon lui, ce ne sont point des roches ignées, mais bien des masses *métamorphisées* par le voisinage ou le contact et même quelquefois la pénétration d'une roche ignée. On comprend dès lors que leurs caractères minéralogiques doivent tenir à la fois des roches aux dépens desquelles elles se sont formées, et de celles auxquelles celles-ci doivent leur transformation. De là les *spilithes* à base calcaire, de là celles à base de *serpentine* (*Bull.*, t. IV, p. 213), qui sont dues à la pénétration de couches argileuses par des *ophiolithes*; mais, en général cependant, les *spilithes* sont des masses argiloïdes de différentes cou-

leurs, souvent scoriacées, et dont les vacuoles sont ou vides, ou remplies de chaux carbonatée, d'agathe, et quelquefois d'autres substances minérales. Des dégradations insensibles dans les caractères minéralogiques et métamorphiques de ces roches, résultant de l'affaiblissement de l'action *métamorphisante*, s'observent souvent dans leur masse à mesure qu'elles sont plus éloignées du centre d'action, et rendent parfois difficile leur classement, en même temps qu'elles font naître les incertitudes des géologues.

M. le marquis de Roys donne lecture d'une note de M. Stobiecki qu'il fait précéder de l'observation suivante :

On ne connaissait autrefois de filons métallifères que jusque dans le lias, où même ils étaient très rares. Ayant entendu parler à notre confrère, M. Stobiecki, d'un filon de cuivre pyriteux observé par lui dans un terrain plus supérieur, je lui ai demandé et il m'a remis pour la Société la note suivante :

Note sur un filon de cuivre pyriteux dans l'étage moyen du terrain jurassique dans le département de la Drôme, par M. Stobiecki, datée d'Avignon le 15 octobre 1842.

Ayant entendu parler d'un gisement de cuivre à la limite des départements de Vaucluse et de la Drôme, le fait m'a semblé assez intéressant pour que j'entreprisse une visite des lieux en compagnie de M. Meyssonier, ingénieur des mines.

Nous avons trouvé le filon dans la commune de Propiac, département de la Drôme, tout auprès de la campagne la Jalaye, indiquée sur le n° 121 de la carte de Cassini.

Le minerai de cuivre a pour gangue la baryte sulfatée. Il est accompagné de fer oxydé carbonaté, comme on peut en juger par l'échantillon ci-joint. La baryte affleure à la surface du terrain dans plusieurs endroits. Elle est tachetée en bleu par le cuivre carbonaté, provenant de la décomposition à l'air du cuivre pyriteux ; cette circonstance se retrouve aussi dans le filon exploité. Il est dès lors probable qu'il existe plusieurs gisements de ce minerai dans la localité.

On trouve dans le même terrain plusieurs filons de galène qu'on exploite, ou plutôt dont on essaie l'exploitation, ainsi que du filon de cuivre, dont on a extrait un millier de kilogrammes de

minerai. Les échantillons ont été pris sur les lieux, au filon même ; à cet égard le doute est impossible.

Le filon de cuivre pyriteux se dirige de l'O. à l'E. ; il constitue une faille normale aux assises des schistes marneux.

Ces schistes marneux appartiennent à l'étage moyen du terrain jurassique , qui est au reste le plus ancien de nos terrains ; ils s'étendent sur une grande longueur du S. au N., de Gigondas (Vaucluse) jusque vers Rozane, dans les Hautes-Alpes, et sur plusieurs lieues de l'E. à l'O. Je crois que M. d'Orbigny les a visités.

Cette assise de terrain contient les *Ammonites bplex* et *striatulus*, plusieurs espèces de Bélemnites , des Inocérames, des Térébratules, des Apiocrinites et les belles géodes de Rémusat.

Je fais hommage à la Société de trois échantillons détachés par moi-même à coups de marteau ; l'un est composé de cuivre pyriteux, de fer oxydé carbonaté et de baryte sulfatée ; l'autre , de galène et de fer oligiste ; le troisième , de chaux carbonatée , contenant , je pense, des lentilles de fer oligiste.

Dans le même terrain se trouvent un gisement puissant de gypse, une source d'eau sulfureuse et une source salée.

M. Leymerie lit la note suivante :

Observations sur la communication faite sur le lower-green-sand de l'île de Wight, par M. Fitton, dans la séance du 20 mai 1844, par M. A. Leymerie.

On concevra qu'ayant étudié d'une manière toute spéciale le terrain crétacé de Champagne , je n'aie pu rester indifférent à la découverte faite récemment en Angleterre, à la base du *Greensand*, de couches renfermant un certain nombre de fossiles néocomiens de l'E. de la France. C'est donc avec un vif intérêt que j'ai pris connaissance des communications faites à ce sujet , soit dans les *Proceedings* de la Société géologique de Londres, qui m'ont été obligeamment communiqués par M. Fitton , soit dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (t. 1^{er} de la 2^e série , p. 438).

Le principal but de cette note est d'exprimer mon opinion sur les rapports qui peuvent lier ces nouvelles couches avec le terrain néocomien du continent. Toutefois, il me semble indispensable, avant d'en venir là , de jeter un coup d'œil critique sur la liste des espèces que M. Fitton considère comme étant communes au greensand d'Angleterre et au terrain néocomien de France, et de faire voir que c'est à tort que plusieurs des espèces que nous

avions établies, M. Deshayes et moi, s'y trouvent rapportées à des types anciennement connus de Sowerby et de Nilson.

Les espèces contestées dont il s'agit sont rassemblées dans la liste suivante, où j'ai mis en regard nos noms avec ceux que M. Édouard Forbes a cru pouvoir leur substituer.

Noms de MM. Deshayes et Leymerie.	Noms correspondants de Sowerby et de Nilson d'après M. Édouard Forbes.
<i>Pholadomya Prevosti</i> , Desh.;	<i>Mya plicata</i> , Sow.;
<i>Astarte Beaumontii</i> , Leym.;	<i>Astarte obovata</i> , Sow.;
<i>Cardium subhiliatum</i> , Leym.;	<i>Cardium striatulum</i> , Sow.;
<i>Cucullæa Gabrielis</i> , Leym.;	<i>Arca exaltata</i> , Nilson;
<i>Modiola Archiaci</i> , Leym.;	<i>Modiola æqualis</i> , Sow.;
<i>Pinna sulcifera</i> , Desh.;	<i>Pinna tetragona</i> , Sow.;
<i>Pecten interstriatus</i> , Leym.;	<i>Pecten obliquus</i> , Sow.;
<i>Ampullaria lævigata</i> , Desh.	<i>Natica rotundata</i> , Sow.

Ayant soumis ces espèces à un nouvel examen, et les ayant de nouveau comparées avec soin, sous les yeux de M. Deshayes, avec les types auxquels M. Forbes les a rapportées, je crois pouvoir dire ici avec quelque assurance que les nouvelles déterminations de ce conchyliologiste sont tout-à-fait inadmissibles.

Pour en convaincre la Société, il me suffira de rappeler ici les principaux caractères différentiels qui m'avaient engagé, en 1842, à considérer les espèces en question comme nouvelles, caractères dont la plupart avaient déjà été indiqués dans les courtes descriptions annexées à mon mémoire.

Pholadomya Prevosti, Desh.

Diffère de la *Mya plicata*, Sow., par une inflexion brusque qu'elle porte sur chacune de ses valves, tout près du bord postérieur, et par sa forme plus oblongue et diminuant plus rapidement de hauteur d'une extrémité à l'autre. D'ailleurs l'espèce de Sowerby est une Panopée, d'après M. Deshayes, tandis que celle de l'Aube appartient bien au genre *Pholadomye*.

Astarte Beaumontii, Leym.

D'après les figures, l'idée ne viendrait à qui que ce soit de comparer cette espèce à l'*Astarte obovata*, Sow., qui est bien plus haute, plus équilatérale et subtronquée. La description de l'auteur anglais n'est d'ailleurs pas assez explicite pour conduire à une conclusion quelconque.

Cardium subhillanum, Leym.

J'ai indiqué dans mon texte les caractères qui séparent cette espèce du *Cardium striatulum*, Sow., lequel ne porte, vers le milieu de ses valves, que des stries concentriques, tandis que dans le nôtre les stries dominantes sont, au contraire, longitudinales.

Cucullæa Gabrielis, Leym.

Nous avons indiqué avec tant de soin les différences importantes qui éloignent cette espèce de l'*Arca exaltata*, Nilson, que nous sommes obligé de croire que M. Ed. Forbes n'a pas consulté notre texte avant de se décider à assimiler ces deux coquilles si différentes (voir notre Mémoire).

Pinna sulcifera, Desh.

Les caractères par lesquels cette *Pinna* se sépare de la *Pinna tetragona*, Sow., sont si saillants et si faciles à saisir au premier coup d'œil, que nous avons été très surpris que M. Forbes les ait méconnus au point de confondre ces deux coquilles. En effet, outre la forme générale, qui est très différente, notre espèce porte des côtes rondes et bien marquées, séparées par des sillons très prononcés, tandis que la *Pinna tetragona*, Sow., montre seulement de légères stries.

Pecten interstriatus, Leym.

Ce Peigne est principalement caractérisé par les stries qui couvrent les intervalles des côtes, stries qui n'existent pas dans le *Pecten obliquus*, Sow. Cette dernière espèce a d'ailleurs des côtes bien moins rapprochées et une forme générale bien différente.

Modiola Archiaci, Leym.

Nous pourrions peut-être passer condamnation pour cette espèce, qui ressemble beaucoup en effet à la *Modiola aequalis*, Sow. Nous l'avions considérée comme une Modiole nouvelle à cause d'une ondulation que présente l'arête saillante de chaque valve, caractère qu'on ne remarque pas dans l'espèce de Sowerby, qui est d'ailleurs plus arrondie à son extrémité inférieure.

Ampullaria lævigata, Desh.

Cette espèce, qui, d'après M. Deshayes, est bien une Ampullaire et non une Naticae, se trouve assimilée, dans la liste de M. Forbes, à une *Natica rotundata* que nous n'avons pu lui comparer, ne sachant où en trouver une figure ou une description.

En présence de ces faits, que chacun pourra vérifier, nous nous trouvons dans la fâcheuse alternative ou d'accuser M. E. Forbes d'avoir fait trop rapidement les déterminations, ou de considérer

les planches de Sowerby comme tellement mauvaises qu'il serait dorénavant tout-à-fait impossible de s'en servir. Dans ce dernier cas, qui ne nous semble pas être le plus probable, il aurait été juste, en redressant nos erreurs, de déclarer qu'elles étaient indispensables dans l'état des choses, afin de ne pas laisser planer sur nous un soupçon de légèreté que nous avons tout fait pour éviter.

On conçoit, d'après ce qui précède, que nous conservions quelques doutes sur l'ensemble des noms qui composent les listes sur lesquelles s'appuie M. Fitton. Nous ne pouvons admettre, par exemple, que notre *Exogyra aquilina*, qui est une variété de l'*Exogyra subsinuata* ou *Couloni*, puisse être considérée comme appartenant à l'*Exogyra sinuata*, qui diffère beaucoup de la précédente et par la forme, et par le gisement. Nous ne pensons pas non plus que la petite *Exogyre* lisse que Sowerby a figurée sous le nom de *Gryphæa lævigata*, puisse représenter l'*Exogyra Couloni* (*Exogyra subsinuata*, nobis), dont la surface est toujours plus ou moins couverte de varices, de nœuds et d'autres irrégularités. Il est bien difficile de croire aussi, avec M. Forbes, que la *Trigonia caudata* Agass. puisse être assimilée à la *Trigonia scabra*, Lam.

Avec ces restrictions, les listes dont il est question présentent un assez petit nombre d'espèces véritablement néocomiennes, et dès lors les conséquences que M. Fitton en a tirées perdent de leur force.

Quant à nous, ces conséquences ne nous paraîtraient pas nécessaires dans le cas même où il n'y aurait aucune erreur dans les listes de M. Forbes, et nous croyons même, malgré les intéressantes découvertes qui viennent d'être signalées, que le terrain néocomien représente le *Weald clay* d'Angleterre.

Quoique nous ayons donné dans notre *Mémoire sur le terrain crétacé de l'Aube* les principaux motifs qui nous ont fait admettre ce dernier rapprochement, dont l'idée première appartient, au reste, à M. E. de Beaumont, il ne sera pas inutile de rappeler ici d'une manière très succincte les principaux de ces motifs, et de les opposer à ceux que fait valoir, de son côté, M. Fitton.

Le terrain crétacé de Champagne se divise d'abord, d'une manière très nette, en deux parties principales, dont l'une, notre *craie proprement dite*, n'est formée en effet, dans toute son épaisseur, que de la roche qu'on nomme minéralogiquement *craie*. Elle correspond exactement à la *craie* d'Angleterre, telle que M. Mantell l'a décrite.

Entre cet étage et le système jurassique se montre une série de

couches très variées et très riches en fossiles, où l'on peut distinguer encore deux nouveaux étages séparés paléontologiquement par une couche d'une constance remarquable dans toute la France, et que caractérise principalement l'*Exogyra sinuata*.

L'étage inférieur à cet horizon représente le terrain néocomien de la Suisse et offre une multitude de fossiles spéciaux, dont quelques uns seulement existent aussi dans le *lower greensand* de la Grande-Bretagne.

L'étage supérieur aux *Exogyra sinuata*, y compris ce dernier gisement lui-même, correspond au *greensand* des Anglais, dont les subdivisions ne se retrouvent plus ici, quoique la mince assise à *Exogyra sinuata* ait des rapports très marqués avec le *lower greensand*.

Les deux étages inférieurs que nous venons de distinguer d'après les fossiles, et qui diffèrent également beaucoup par les caractères minéralogiques, ont été séparés d'ailleurs par un phénomène géologique assez faible, à la vérité, mais qui a laissé en Champagne des traces très marquées. Ces traces, que nous avons spécialement signalées dans une note insérée au *Bulletin* (t. I, 2^e sér., p. 40), consistent principalement en une discordance de stratification : ainsi près Chaource, par exemple, on voit les argiles à *Exogyra sinuata*, et le *greensand* tout entier reposer à la base d'une colline assez élevée que constitue le terrain néocomien.

Ce dernier terrain forme donc dans l'Aube, et l'on pourrait dire aussi dans le Jura, dans le Midi de la France et jusqu'en Crimée, un type bien caractérisé qu'il conviendrait dans tous les cas, fût-il même synchronique du *lower greensand*, de considérer à part comme le type principal du terrain crétacé inférieur. Examinons maintenant si ce synchronisme peut être admis.

Si nous nous transportons dans la partie S.-E. de l'Angleterre, nous voyons, dans un espace assez circonscrit, un puissant dépôt d'eau douce principalement sableux et argileux, qui se trouve compris entre deux terrains absolument marins, dont l'un (*portlandstone*), presque exclusivement calcaire, trouve dans nos contrées son représentant dans les calcaires compactes et oolitiques que nous désignons, avec MM. Thirria et Thurmann, par l'épithète de *portlandien*. L'autre terrain, celui qui occupe la partie supérieure, est le *lower greensand*, qui admet comme fossile propre et évidemment caractéristique l'*Exogyra sinuata*, si constante sur le continent au-dessus du terrain néocomien.

De sorte que voilà deux terrains, l'un marin (*terrain néocomien*) et l'autre d'eau douce (*Walden*), qui paraissent être compris

entre les mêmes limites , et qu'il est d'abord tout naturel de placer au même niveau. Les considérations suivantes viennent appuyer cette manière de voir.

Lorsque le *Wealden* , dont la puissance annonce un temps prolongé de dépôt, se formait dans un estuaire où affluaient abondamment les eaux douces, la sédimentation ordinaire ne se trouvait probablement pas suspendue au sein des mers de cette époque ; il devait donc se déposer des sédiments au bord de ces mers, et ces sédiments nous paraissent être le terrain néocomien.

On voudrait maintenant voir dans les couches d'eau douce des *Wealds* le représentant des derniers dépôts de la mer jurassique ; nous ne voyons , en vérité , aucune raison de le penser. En effet , les couches supérieures du calcaire du Jura , qui se lient si intimement , dans l'E. de la France , au groupe kimmeridien , qui forme la base de l'étage , ne nous paraissent pas pouvoir s'élever au-dessus du niveau du portlandstone des Anglais. Nous serions plutôt porté , par la considération des fossiles , à les faire descendre , au contraire , vers la partie supérieure du *Kimmeridge clay*. Quant à l'analogie signalée entre les formes des poissons et des reptiles du terrain wealdien et du terrain jurassique , qu'on nous permette de dire qu'elle est trop vague et trop incertaine pour qu'on puisse sérieusement s'y arrêter.

D'ailleurs des considérations purement géologiques viennent encore s'opposer à l'adoption de la nouvelle théorie. En effet , le commencement du dépôt d'eau douce que l'on nomme *Wealden* a dû être amené par un mouvement des eaux des mers et par un changement correspondant dans les conditions minéralogiques et zoologiques qu'il est rationnel d'attribuer à la cause générale qui a produit l'anéantissement de la faune jurassique , en préparant le nouvel ordre de choses que l'on désigne par l'épithète de *crétacé*. La fin de la période d'eau douce dont il est ici question trouverait alors sa cause tout naturellement dans ce nouveau transport des eaux , qui a dénudé le terrain néocomien avant le dépôt des *Exogyra sinuata* , et qui a donné lieu à la discordance de stratification que nous avons signalée entre le terrain néocomien et le grès vert de Champagne.

Ce serait donc à la fin de la période néocomienne que les eaux des mers seraient venues envahir la contrée des *Wealds*, emportant avec elles les germes des espèces néocomiennes , que l'on retrouve maintenant parmi celles du *greensand*, et dont nous avons déjà signalé la plus grande partie dans notre mémoire. Nous ferons remarquer, en terminant , que ces espèces se trouvent asso-

ciées, dans les couches inférieures nouvellement découvertes en Angleterre, avec des fossiles que l'on ne retrouve en France que dans l'étage auquel nous avons réservé le nom de *greensand*. Outre l'*Exogyra sinuata*, nous pourrions citer les *Ammonites Deshayesi*, *Pecten interstriatus*, *Plicatula pectinoides*, *Terebratulella*, *T. elegans*, et d'autres encore que nous n'avons jamais rencontrés dans les couches néocomiennes.

Après cette lecture, M. A. d'Orbigny annonce que M. Fitton lui a apporté des fossiles de l'île de Wight, et qu'à leur vue il ne lui est pas resté le moindre doute que ce terrain fût du terrain néocomien; il y a quinze ou vingt espèces néocomiennes bien caractérisées, qui ne permettent aucune incertitude. Il n'y a pas la moindre séparation, en Angleterre, de la fin du Gault, ou terrain aptien, et du terrain néocomien.

M. de Roys dit avoir montré aux géologues de Vacluse la liste des fossiles de M. Fitton; ils ont reconnu tous ces fossiles pour appartenir à la partie supérieure.

M. A. d'Orbigny cite la *Perna Mulleti* parmi ces fossiles comme espèce de la partie inférieure du terrain néocomien. Il est certain, du reste, que le plus grand nombre des espèces appartient à la partie supérieure. Il partage d'ailleurs les idées de M. Leymerie quant aux déterminations des fossiles de M. Fitton.

M. Leymerie dit qu'il y a une différence entre ses idées et celles de M. A. d'Orbigny. Les couches à *Exogyra sinuata* sont en concordance parfaite avec le gault et le greensand. Si quelques fossiles néocomiens se trouvent dans le greensand d'Angleterre, cela n'a rien d'étonnant. Des formations ont eu lieu dans des estuaires pendant que, sur la terre, se formait le terrain néocomien. La *Perna Mulleti* seule le frappe comme se trouvant dans le greensand, au-dessus du Weald-Clay. C'est une espèce qui aura survécu en Angleterre.

M. A. d'Orbigny répond qu'il y a en Angleterre la même série d'espèces qu'en France, du terrain néocomien le mieux caractérisé et au même niveau; qu'il n'y a aucune différence dans la superposition des couches dans les deux pays. Si M. Fitton a changé les noms, peu importe; mais M. A. d'Or-

bigny a vu les fossiles, et M. Fitton lui-même a reconnu, à Wassy, les mêmes espèces.

M. Rivière demande si la différence de stratification dans l'Aube est étendue, et dit que dans les Alpes la stratification est concordante vers Sassenage.

M. Leymerie répond que dans l'Aube la dislocation s'étend à la moitié du département.

M. de Roys dit qu'à Gargas la stratification discordante sur le terrain néocomien a été constatée par MM. Renaud et d'autres géologues.

Séance du 18 novembre 1844.

PRÉSIDENTE DE M. D'ARCHIAC.

M. Angelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

COSTA DE BEAUREGARD (le marquis Léon), de Turin, États Sardes, résidant à Champigny, par Chinon (Indre-et-Loire), présenté par MM. le comte de Choulot et de Pinteville;

STEINBUCHER REINWALL (Antoine DE), ex-directeur du musée I. et R. de Vienne, professeur d'archéologie, et membre de l'académie I. et R. de Vienne, résidant à Venise, royaume Lombardo-Vénitien, présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville;

ORSINI (Antonio), naturaliste, résidant à Ascoli, États de l'Église, présenté par MM. Catullo et Pilla.

CHARPENTIER (DE), directeur de mines et professeur, résidant à Bex, canton de Vaud (Suisse), présenté par MM. Élie de Beaumont et Viquesnel;

BALBI (Adrien), membre de l'Institut I. et R. des sciences, lettres et arts de Lombardie, conseiller I. de S. M. l'empereur d'Autriche, etc., résidant à Venise, royaume Lombardo-Vénitien, présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville;

RATTI (P. Innocenti), ex-chirurgien près l'hôpital des Fate-bene-Fratelli, résidant à Milan, royaume Lombardo-Vénitien, place S. Fideli, présenté par MM. Balsamo Crivelli et Sismonda;

BIONDELLI (Bernardini), membre des académies royales d'Amsterdam et de Copenhague, résidant à Milan, royaume Lombardo-Vénitien, présenté par MM. Viquesnel et Pasini;

PORRO (Charles), membre de plusieurs sociétés savantes, résidant à Milan, royaume Lombardo-Vénitien, rue San Giovanni alle quattro faccie, n° 1808, présenté par MM. Viquesnel et de Collegno;

GASTALDI (Barthélemy), avocat, résidant à Turin, États Sardes, rue du Deposito, n° 8, présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville;

REICHENAU (DE), commandant de la compagnie des Cadets, résidant rue San Celso, collège des Cadets, à St-Luc, à Milan, royaume Lombardo-Vénitien, présenté par MM. Leblanc et Viquesnel;

VACANI (le général Camille), chevalier de Fortolivo, membre honoraire de l'Institut I. et R. de Lombardie, résidant à Vienne, Autriche, présenté par MM. de Collegno et le marquis de Pareto.

GHIBELLINI (Francesco), professeur du Gymnase I. et R., et membre de l'académie de Brescia, résidant à Brescia, royaume Lombardo-Vénitien, présenté par MM. Viquesnel et de Filippi;

CHALANDE, né oiciant et naturaliste, chez M. Laplace, maître d'hôtel, rue Claudia, maison du Concert, à Lyon, présenté par MM. Requier et Aubéry;

MAISSIN (Alphonse), capitaine de vaisseau, 106, Cours du Jardin royal, à Bordeaux, présenté par MM. Bellardi et le comte de Choulot;

GUILLION (Albert), propriétaire, Palais Mangilli Valmarana, à Venise, royaume Lombardo-Vénitien, présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville;

GAL, chanoine de l'Insigne Collégiale d'Aoste, professeur de théologie, membre de l'académie de Savoie, à Aoste, présenté par MM. Carrel et de Pinteville;

POMEL (Nicolas-Auguste), rue Mazarine, 56, à Paris, présenté par MM. Viquesnel et Leblanc;

LEWIS (Augustus), à Worcester-Park (Surrey), présenté par MM. Bouchard et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite deux autres présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la maison du Roi, *Galerie historique du palais de Versailles*, t. VI, 2^e partie; in-8°. Paris, 1844. 527 pages.

De la part de M. Deshayes, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, par J.-B.-P.-A. de Lamarck, 2^e édit., revue et augmentée par MM. Deshayes et H. Milne Edwards; in-8° t. IX, 728 p., Paris, 1843; t. X, 638 p. Paris, 1844.

De la part de M. A. Rivière, *Mémoire minéralogique et géologique sur les roches dioritiques de la France occidentale* (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*). In-8°, 46 p.; Paris, 1844.

De la part de M. de Winter, *Disputatio geologica inauguralis de metamorphicorum saxorum origine, sive brevis conspectus hypogencæarum formationum; pars prior*. Thèse pour le doctorat, soutenue le 10 mai 1844, à Leyde; in-8°, 62 p. Leyde, 1844.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle*, 55^e livraison.

De la part de M. Murchison (R.-I.), *Address*, etc. (Discours prononcé à la réunion anniversaire de la Société royale géologique de Londres le 27 mai 1844); in-8°, 92 p. Londres, 1844.

1^o De la part de M. Dana (James-D.), *A system of mineralogy*, etc. (Système de minéralogie, comprenant les plus récentes découvertes); 2^e édit., 633 p., avec de nombreuses figures intercalées dans le texte, et 4 pl. New-York et Londres, 1844.

2^o *Reply*, etc. (Réplique à la défense d'accusation de pla-

giat de M. Couthouy). Extrait du *Journal américain des sciences et arts*, vol. XLVI, n° 1; in 8°, 8 p. 1843.

De la part de M. Rogers (Henri-D.), 1° *Description*, etc. (*Description de la géologie de l'État de New-Jersey*); in-8°, 301 p., 2 pl. Philadelphie, 1840.

2° *Second, third, fourth, fifth, sixth annual Report*, etc. (Deuxième, troisième, quatrième, cinquième, sixième Rapport annuel sur la description géologique de l'État de Pennsylvanie); 5 broch. in-8°. Harrisbourg, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842.

3° *Report of the progress*, etc. (Rapport sur les progrès de la description géologique de l'État de Virginie pendant l'année 1839); in-8°, 161 p. Richmond, 1840.

4° *Contributions to the geology*, etc. (Recherches sur la géologie des États-Unis); in-8°, p. 298 à 544, 6 pl. Philadelphie, 1843.

De la part de M. le Ministre de la justice, le *Journal des savants*. Octobre 1844.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1844, 2^e semestre, t. XIX, n°s 19 et 20.

L'Écho du monde savant; 1844, n°s 34 à 37.

L'Institut; 1844, n°s 567 et 568.

Journal d'agriculture pratique et d'économie rurale pour le midi de la France; 2° série, t. VI, 1843, p. 353 à 384.

Programme des prix proposés pour 1845 par la Société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille; 8 pag. in-4°.

The Mining Journal; 1844, n°s 481 et 482.

The Athenæum; 1844, n°s 889 et 890.

Proceedings, etc. (Procès-verbaux de la Société d'histoire naturelle de Boston), du 6 janvier 1841 au 17 avril 1844; in-8°, 176 p.

Boston Journal, etc. (Journal d'histoire naturelle de Boston); vol. IV, n°s 3 et 4. 1843, 1844.

The American Journal, etc. (Journal américain des sciences et des arts, dirigé par MM. Silliman), vol. XLV, n° 2 : juillet, août, septembre 1843; — vol. XLVI, n° 1 : octobre, no-

vembre, décembre 1843; — vol. XLVI, n° 2 : janvier, février, mars 1844.

Bericht über die zur bekanntmachung, etc. (Analyse des mémoires destinés à la publicité par l'académie des sciences de Berlin), de juillet 1843 à janvier 1844; 1 pl.

Studien des Gottingischen bereins, etc. (Travaux de la Société des Amis des mines de Gottingue); 1844, in-8°, p. 105 à 220.

Auszug aus der Uebersicht, etc. (Revue des travaux et des développements de la Société d'agriculture de Silésie pendant l'année 1843, par le professeur Gœppert); in-4°, 86 p.

De la part de M. Cornuel, *deux échantillons de fossiles des environs de Wassy* (Haute-Marne).

CORRESPONDANCE ET COMMUNICATIONS.

Le secrétaire lit la lettre suivante, adressée de Wassy, le 1^{er} novembre 1844, par M. Cornuel :

En recherchant les causes de la structure de l'oolite jurassique des environs de Wassy, je découvris quelques foraminifères dans une couche voisine. En passant au terrain néocomien, j'y trouvai quelques autres foraminifères, et, bientôt, une grande quantité de tests d'Entomostracés microscopiques. Ces derniers fossiles, la plupart très bien conservés, se montrent à la surface de petites plaques calcaréo-sableuses, qui appartiennent aux alternats supérieurs de l'argile ostréenne. Ils m'ont paru assez intéressants pour mériter une description particulière. Je viens de la terminer, ainsi que les figures qui doivent l'accompagner, et je l'enverrai incessamment à la Société.

Je joins à cette lettre quelques plaquettes et des fragments, sur partie desquels j'ai indiqué quelques individus appartenant, l'un à l'espèce *Cythere harpa*, les autres à la *C. auriculata*, n'en ayant pas encore assez de la *C. sculpta* pour pouvoir en envoyer. Quant à la *C. amygdaloides*, on la trouvera à profusion sur toutes les plaquettes. Pour bien observer ces petits fossiles, il faut une forte loupe ou le microscope, et préférer la lumière du jour à toute autre.

Par une lettre de Loudun (Vienne), en date du 9 no-

vembre 1844, M. Gilles de la Tourette annonce que depuis longtemps il travaille à la statistique géologique de la contrée qu'il habite, et que, si la Société désirait augmenter ses collections par quelques échantillons d'Ichthyosarcolites dont il a découvert un immense gisement dans une de ses propriétés, à la Bastie, près Loudun (Vienne), ce serait avec empressement qu'il en ferait l'envoi.

Par une lettre adressée au secrétaire, en date de Turin du 17 juillet 1844, M. Barthélemi Gastaldi fait connaître qu'il vient de trouver, sur la colline de Turin, quelques fragments qu'il suppose appartenir au *Pentacrinites basaltiformis*. Déjà, dans l'automne de 1842, étant avec M. Michelotti, il avait rencontré dans une localité des Apennins, près de Belforte, village qui, sous le gouvernement français, faisait partie du département de Montenoite, quelques fragments de *Pentacrinites* parmi d'autres fossiles; mais, quoique ces deux géologues fussent entourés de tous côtés par les terrains miocènes, ils avaient cru alors devoir considérer ces fragments comme arrachés par les eaux à des couches plus anciennes. Cette découverte de la présence de *Pentacrinites* dans les terrains myocènes pouvant intéresser la Société, M. Gastaldi offre de lui faire parvenir les fragments qu'il a trouvés dans ces deux localités.

M. Alcide d'Orbigny dit, à propos de ce fait, qu'on a trouvé des *Pentacrinites* dans les terrains tertiaires de Biarritz, et qu'on connaît même maintenant une espèce de *Pentacrinite* vivante, ce qui rend moins surprenante la présence de ces fossiles dans les terrains tertiaires.

Le secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Bernard, datée de Nantua le 25 juin 1844. L'auteur dit qu'il existe parmi les étages du terrain jurassique une couche calcaire qui semblerait avoir échappé aux géologues. Cette couche, appelée molasse à Charrix, était considérée comme un calcaire siliceux par M. Itier, avec lequel il s'était proposé de l'étudier en commun; mais son propre départ pour l'île de Corse, et celui de M. Itier pour Cayenne d'abord, et plus tard pour la Chine, s'y étant opposés, il en a entrepris seul l'étude. Il termine par la note suivante:

Sur le calcaire appelée molasse à Charrix (Ain).

Étant peu au courant de la superposition des couches jurassiques, je fis des efforts, dans l'intérêt de la science, pour tâcher de reconnaître la position de cette roche; ce me fut presque impossible à la carrière de Charrix, où elle est exploitée en beaux matériaux pour les constructions. Là tout est recouvert par la terre; et en me dirigeant vers le sommet de la montagne couronnée par une forêt de sapins, je trouvai constamment la molasse de Charrix sortant un peu du sol par intervalles, tandis qu'à ma gauche se trouvaient de nombreux débris de calcaire corallien dispersés sur le sol, mais jamais la roche corallienne. L'ayant rencontrée depuis sur l'énorme rempart abritant Nantua au N.-E., je pus remarquer qu'elle se trouve placée sous le calcaire corallien, dont elle est cependant séparée par une couche calcaire supportant le corallien, ce qui la classe dans l'étage moyen jurassique. Je dois observer qu'en désignant le calcaire corallien, j'entends indiquer uniquement *la couche oolitique*.

Peut-être ne serait-il pas impossible que la couche intercalée appartint en partie à la molasse de Charrix changeant de forme; car, l'ayant examinée depuis peu le long de la côte de Samognat, à Oyonnax (Haut Bugey), et sous la belle et intéressante carrière de l'oolite corallienne d'Oyonnax possédant de si beaux fossiles, j'ai cru apercevoir, mais trop tard pour bien m'en assurer, que la même couche avait un côté différent de l'autre, l'un olivâtre friable, l'autre blanchâtre et très dur.

Cette molasse de Charrix dans un milieu humide, ce qui est assez fréquent, est de couleur olivâtre, friable entre les doigts, susceptible de se désagréger sur place, et parsemée à Charrix de petits grains vitreux et brillants. Exposée à l'air, elle devient très dure et solide; les grains vitreux se maintiennent dans leur état sous une forme oolitique, ou s'oblitérent, laissant parfois une petite cavité ferrugineuse. Dans un milieu sec, elle est blanchâtre, peu ou point friable et est recherchée pour les constructions. Dans les deux états sa consistance est siliceuse.

Jusqu'à ce moment la molasse de Charrix n'a été aperçue que dans le Haut-Bugey, placé sur la partie méridionale de la seconde chaîne du Jura; elle semble dépourvue de fossiles. Une seule petite térébratule incrustée dans la roche prise à Charrix est tout ce que je possède, ainsi que deux petits fragments de polypiers

pris à Oyonnax sur la couche intercalaire entre l'oolite corallienne et la molasse de Charrix.

M. de Tchihatcheff lit la note suivante :

Résumé d'un Mémoire de M. le professeur Goeppert, intitulé : « Sur les Cycadées fossiles en général, et particulièrement sur » celles qui se trouvent en Silésie » (Revue des travaux de la Société de Silésie, etc., pour l'année 1843, p. 114-144); par M. de Tchihatcheff.

L'auteur commence son mémoire en faisant observer que, malgré l'accroissement considérable que le nombre des espèces qui composent les Cycadées fossiles a éprouvé dans ces derniers temps, la classification établie en 1828 par M. Ad. Brongniart, dans son *Prodrome des végétaux fossiles*, suffit encore, à peu de modifications près, aux exigences des nouvelles intercalations.

La grande majorité des Cycadées fossiles connue jusqu'à ce jour appartient à la formation jurassique; celles que l'auteur a recueillies en Silésie se trouvent dans les dépôts de fer argileux de la Silésie supérieure, dépôts qui font partie de la formation sus-mentionnée. Après avoir passé en revue les essais qui, depuis la publication du *Prodrome* de M. Ad. Brongniart, ont été faits dans le but d'établir une nouvelle classification des Cycadées, M. Goeppert donne l'énumération de la totalité de ces végétaux fossiles, distribués selon la méthode de M. Brongniart, en réunissant toutefois les deux genres *Zamia* et *Zamites* en un seul, et en y ajoutant le genre *Zamiostrobus* (Endlich) pour désigner leurs fructifications.

Parmi les Cycadées connues jusqu'à ce jour et que M. Goeppert répartit entre les quatre sections suivantes : *Cycadites*, *Zamites* (y compris les *Zamiostrobus*), *Pterophyllum* et *Nilsonia*, les espèces ci-après ont été découvertes par l'auteur.

Zamiostrobus (fruit) *ovatus*.

— *crassus*.

— *Sussexiensis*.

Pterophyllum Oeynhausianum (av. fig.).

— *Carnallianum* (av. fig.).

— *propinquum* (av. fig.).

— *gonorrhachis* (av. fig.).

— *Preslianum*.

— *taxinum*.

— *Braunianum*.

— *Dunkerianum*.

— *Munsteri*.

— *inconstans*.

— *difforme*.

— *lunularifolium*.

Nilsonia compta.

— *Bergeri*.

— *acuminata*.

— *Kirchneriana*.

Il résulte de l'énumération faite par l'auteur, que le total des différentes espèces de Cycadées fossiles connues jusqu'à ce jour et désignées par un nom spécifique, s'élève à 78, parmi lesquelles 9 troncs ou stipes, 65 frondes et 4 fructifications. Sur ce total, les genres qui le composent figurent dans les proportions suivantes :

		Troncs,	Frondes,	Fructifications.
Cycadites.	11	4	7	
Zamites	28	5	23	
Zamiostrobus.	4	—	—	4
Pterophyllum	23	—	23	
Nilsonia	12	—	12	
Total des espèces. . .	78	9	65	4

Les espèces se trouvent ainsi réparties dans les diverses formations;

Terrain houiller.....	4	Jura.....	5
Grès rouge.....	1	Argile Wealdienne.	5
Grès bigarré.	2	Grès vert	5
Keuper.....	2	Craie	2
Lias	19	Lignite,.....	3
Oolite.....	29	Gisement inconnu.....	3

Tout en faisant une large part aux reproductions inévitables des mêmes espèces sous des noms nouveaux, ainsi qu'à la probabilité que plusieurs frondes et stipes, décrits comme espèces différentes, ne sont en effet que les parties intégrantes du même individu, il n'en est pas moins vrai qu'en comparant les espèces des Cycadées fossiles avec celles des Cycadées vivantes, dont le total est généralement évalué à 38, l'avantage numérique appartiendra infailliblement aux premières, en sorte que l'on pourra toujours en porter le nombre au double de celui des Cycadées vivantes, d'autant plus que l'influence des causes qui tendraient à réduire cette proportion se trouve puissamment contrebalancée par des découvertes sans cesse croissantes de nouvelles espèces fossiles.

Les onze espèces de *Cycadites* se rapprochent le plus par leurs feuilles roides et uninervées des *Cycas* d'aujourd'hui, dont le nombre est à peu près égal à celui des espèces fossiles; une partie du genre *Zamites*, et nommément les espèces (à peu près au nombre de 15)

dont les pinnules présentent un certain rétrécissement à leur base, correspondent au genre *Encephalartos*, tandis que les espèces (au nombre de 8) dont les pinnules sont articulées à leur base et se trouvent fixées à la fronde d'une manière oblique, pourraient bien offrir un pendant au *Macrozamia*. Enfin les genres *Zamiostrobus*, *Nilsonia* et *Pterophyllum*, composés de 38 espèces, doivent être considérés comme des genres éteints, et n'admettent point de parallèle avec les *Zamia* L. dont les pinnules se trouvent distinctement articulées, tandis que celles des genres en question n'offrent point cette particularité.

L'auteur termine son important travail par un tableau comparatif de l'extension géographique et géologique des Cycadées vivantes et fossiles. Nous avons cru devoir le placer sous les yeux de nos lecteurs, non seulement parce qu'il offre un grand intérêt, mais aussi parce qu'il sert à faire apprécier l'étendue des laborieuses investigations du célèbre savant de Breslau.

FLORE ACTUELLE.

Cycas L., composée de 10 espèces; Asie tropicale et subtropicale, Nouvelle-Hollande.

Macrozamia Miq., 3 espèces; Nouvelle-Hollande et le Cap.

Encephalartos, Lehm., 15 espèces; le Cap, non loin des tropiques.

Zamia, 10 espèces; Amérique tropicale et subtropicale.

Genre en partie éteint.

Genre complètement éteint.

Genre complètement éteint.

Genre complètement éteint.

FLORE FOSSILE.

Cycadites, composée de 11 espèces; Suède, île de Portland, France, Bohême, Saxe-Cobourg et Hanovre.

Zamites, Brong. (analogie incomplète); France, Angleterre, Baireuth, Bamberg (Bavière).

Se reproduit à 15° plus au nord, savoir: île de Portland, Angleterre, Bamberg.

Manque complètement.

Zamites, Goeppl.; île de Portland, Angleterre, France, Bamberg, Baireuth, Indes orientales.

Zamiostrobus, Angleterre.

Pterophyllum, Brong., 25 espèces; Suisse, Wurtemberg, Autriche, Bohême, Bamberg, Baireuth, Saxe, Schaoumberg, Silésie.

Nilsonia, Brongn., 12 espèces; Suède, Angleterre, Saxe-Cobourg, Quedlinbourg, Bamberg, Baireuth.

M. de Collegno présente deux notes en réponse à un mémoire de M. Coquand et à une lettre de M. Catullo, dont il n'a eu connaissance qu'à la lecture du cahier du Bulletin qui les contient.

Note sur les terrains tertiaires de la Toscane.

M. Coquand dit (1) avoir constaté, en Toscane, la présence de trois étages distincts dans les terrains tertiaires, tandis que M. Savi et moi ne séparons point l'étage moyen de M. Coquand des marnes subapennines, et rapportons en même temps son étage inférieur à la période miocène. Quels sont donc les faits d'après lesquels M. Coquand voudrait séparer des marnes subapennines la molasse marine inférieure à ces marnes? Il ne se fonde point sur des caractères géologiques, puisque la molasse et les marnes sont en stratification concordante. Quant aux caractères paléontologiques, M. Coquand indique dans la molasse de Pomerance des coquilles des genres *Ostrea*, *Pecten*, *Turbo*, *Turritella*, *Pleurotoma*, *Voluta*, *Pyrula*, *Conus*; mais il ne cite définitivement que deux espèces, savoir : les *Pecten latissimus*, Brocchi, et le *Pecten benedictus*, Lamarck : or, la première de ces deux espèces est certainement subapennine, puisque Lamarck l'indique au Monte-Mario, près de Rome et Brocchi, dans les marnes de Sienne ; la seconde est indiquée dans les marnes subapennines des environs de Perpignan et dans les faluns de la Touraine ; il paraît en outre qu'elle vit encore aujourd'hui dans la mer Rouge. On ne peut donc s'appuyer sur la présence de ces deux coquilles pour établir une séparation entre les marnes subapennines et la molasse de Pomérance. M. Coquand ajoute, à la vérité, qu'il s'est convaincu que les mêmes espèces ne se trouvent point à la fois dans la molasse et dans les marnes ; mais c'est là un fait qui se répète toutes les fois que dans une même formation on voit des marnes alterner avec des grès ou avec des calcaires, et ce fait s'explique facilement par les habitudes connues des mollusques, dont les uns vivent de préférence sur un fond de sable, tandis que les autres préfèrent des vases plus ou moins argileuses. Quant à l'âge du terrain à lignite de la Toscane, M. Coquand a cru arriver à une détermination rigoureuse en comparant ce terrain à celui des environs d'Aix ; M. Savi et moi l'avions comparé à des localités moins éloignées, et nous avons trouvé une identité frappante de caractères géologiques et paléontologiques entre les lignites de Monte-Bamboli et ceux de Caniparola, dans la Ligurie, et nous avons trouvé de même qu'on pouvait suivre les sables serpentineux, associés aux lignites de la Toscane, jusque près de

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, 2^e série, t. I^{er}, p. 425 et suiv.

Turin, où ces sables renferment, comme l'on sait, près de deux cents espèces de coquilles marines, identiques pour la plupart avec celles du bassin de Bordeaux. M. Savi et moi « n'avons » donc pas manqué de données suffisantes pour bien asseoir les » couches à lignites et assigner leur véritable position. »

J'arrive maintenant à la position assignée par M. Coquand aux gypses et au sel gemme de Volterra. Il paraît que M. Coquand n'a pas connaissance du sondage pratiqué aux salines mêmes il y a quelques années, sondage dont j'ai publié les résultats d'après la coupe que le directeur des salines a bien voulu me communiquer (1); cette coupe prouve suffisamment que le sel exploité près de Volterra alterne avec le gypse, et que tous deux sont réellement enclavés dans les marnes subapennines. Je sais bien que l'on trouve du gypse dans le terrain tertiaire moyen de la vallée de la Cecina; j'en ai vu aussi près de Monte-Cerboli, dans le macigno, appartenant à la formation crétacée; cela prouve seulement que les gypses de la Toscane sont postérieurs aux dépôts qui les renferment, et qu'ils se sont formés indifféremment dans les divers terrains traversés par les fentes servant de cheminée aux émanations des matières intérieures.

Je finirai en rectifiant un passage du mémoire de M. Coquand, d'après lequel il paraîtrait que j'admets « *que le sulfate de chaux* » *de Volterra a été formé au moyen de coquilles subapennines.* » Ce serait là, comme le dit fort bien M. Coquand, « reconnaître une » abondance de corps marins tellement prodigieuse, qu'on cher- » cherait peut-être vainement dans la nature un exemple qui pût » justifier une pareille supposition (2). » Mais si on veut relire le passage auquel M. Coquand fait allusion, on verra que ce n'est point la formation entière des masses de gypse, mais bien la disparition des coquilles que j'ai voulu expliquer, en disant que « si la » formation du gypse est postérieure au dépôt des marnes bleues, » la chaux du sulfate a pu être fournie en partie par les débris » organiques calcaires contenus originairement dans ces mar- » nes (3). » Je crois donc pouvoir conclure encore, avec M. Savi, que les terrains tertiaires de la Toscane appartiennent exclusivement aux périodes miocène et pliocène, et que ces terrains ont été pénétrés, après leur dépôt, par diverses substances étrangères, telles que le sulfate de chaux et le sel marin. Les émanations d'a-

(1) *Bulletin*, 1^{re} série, t. XIII, p. 274.

(2) *Bulletin*, 2^e série, t. I^{re}, p. 455.

(3) *Bulletin*, t. XIII, p. 275.

cide borique de Monte-Cerboli nous offrent peut-être encore un exemple de ce mode de production.

Note sur le calcaire rouge des Alpes lombardes.

Quant à la détermination de l'âge des calcaires des Alpes italiennes, qui fait l'objet de la lettre de M. Catullo (1), cette question a été le principal objet des études de la section de géologie du congrès scientifique de Milan au mois de septembre dernier. Outre les fossiles cités dans mon mémoire lu le 22 janvier (2), la section de géologie a reconnu dans les calcaires en question les espèces suivantes : *Ammonites depressus* (Brug.), *Davæi* (Sow.), *polygyratus* (Rein.), *fimbriatus* (Sow.), *Gowerianus* (Sow.), *planicostatus* (Sow.), *Bechii* (Sow.), *armatus* (Sow.), *subarmatus* (Sow.), *hecticus* (Rein.), *contractus* (Sow.), *falcifer* (Sow.), *Aptychus lamellosus*, *lævis* (Meyer), *Belemnites semihastatus* (Blainv.), *Spirifer Walcotii* (Sow.), *rostratus* (Schlotth.), *Terebratula triquetra* (Sow.), *vicinalis* (Schlotth.). D'après ces fossiles, M. de Buch qui était présent au congrès, a cru que l'on ne pouvait hésiter un instant à rapporter à la formation jurassique le calcaire rouge et la majolica des Alpes italiennes, et voici dans quels termes il a exprimé son opinion : « La » formation qui renferme ces fossiles constitue une zone qui s'étend » dans le midi de l'Europe depuis la Crimée jusqu'au Jura fran- » çais ; les fossiles les plus caractéristiques de cette formation » sont les *Ammonites Tatricus*, Pusch, (variété de l'*A. heterophyllus*), » *contractus*, Sow., et plusieurs espèces de la tribu des Falcifères, » plusieurs *Aptychus*, la *Terebratula diphyæ*, etc.; ces fossiles ju- » rassiques fixent l'âge de cette formation, dont les caractères pa- » léontologiques doivent l'emporter sur tous les accidents que » l'on pourrait signaler dans certaines localités. »

M. Rivière lit le mémoire suivant :

Mémoire sur les Felspaths.

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.

Le travail sur les Felspaths, dont je présente un extrait, fait partie d'une série de recherches que j'ai entreprises dans le but de connaître la composition minérale des roches, et par suite d'arriver à leur détermination rationnelle.

On comprenait autrefois sous le nom de Felspath un certain nombre de minéraux qui, par l'ensemble de leurs caractères et en

(1) *Bulletin*, 2^e série, t. 1^{er}, p. 525.

(2) *Bulletin*, 2^e série, t. 1^{er}, p. 179.

raison de l'enfance de la science, étaient regardés comme ne faisant qu'une seule espèce minérale. Aujourd'hui, la plupart des minéralogistes regardent au contraire l'ancienne espèce Felspath comme formant un groupe d'espèces minérales, parmi lesquelles je citerai l'Orthose, l'Albite, l'Oligoclase, la Ryacolite, la Labradorite, l'Andésine, l'Anorthite, la Carnatite, la Pétalite, l'Adinolite, l'Éélite, la Néphrite, la Murchisonite, le Triphane, etc.

Haüy ayant remarqué des différences importantes parmi les Felspaths, avait déjà réuni sous le nom d'Orthose les variétés qui étaient semblables, soit par la forme cristalline, soit par la composition ou par des caractères empiriques. De leur côté, MM. Berzélius, G. Rose, Alex. Brongniart, Bendant, Eggertz, etc., circonscrivirent, sous les désignations d'Albite ou de Cleavelandite, d'Oligoclase, de Ryacolite, de Labradorite, d'Anorthite, de Carnatite, de Triphane, etc., un certain nombre de Felspaths qui différaient notablement des Orthoses et entre eux, tantôt par la forme et la composition, tantôt aussi par la forme ou par la composition seulement. Puis M. H. Abich est venu dernièrement proposer une nouvelle espèce sous le nom d'Andésine. Enfin cette voie étant une fois tracée, les minéralogistes ne s'en sont pas tenus à ces espèces déjà nombreuses; car, d'après des analyses différentes, ils ont obtenu des formules différentes, et ont essayé d'élever au rang d'espèces les Felspaths dont elles résultaient; aussi les minéralogistes de notre époque sont-ils tombés dans l'excès contraire à celui qu'on pouvait reprocher à leurs prédécesseurs.

Les Felspaths étant des minéraux qui jouent un rôle très important dans la composition de l'écorce du globe (1), on comprend pourquoi on a tant écrit sur ces substances depuis les travaux d'Haüy. Les derniers mémoires qui ont été publiés sur les Felspaths et les roches felspathiques, au nombre desquels je citerai ceux de M. H. Abich (2), celui de M. Durocher (3), celui de M. Alex. Brongniart et de ses collaborateurs (4), ceux de M. G. Rose (5), ainsi que celui de M. C. Deville (6), ont jeté beaucoup de

(1) Les felspaths entrent pour les 45/100 environ dans la composition moyenne de l'écorce connue du globe.

(2) *Ann. de Pog.*; et *Annales des mines*, 3^e série, p. 619; 4^e série, p. 579.

(3) *Annales des mines*, 3^e série, p. 547.

(4) *Archives du muséum d'histoire naturelle*. Paris, 1859.

(5) *Ann. de Pog.*; et *Annales des sciences géologiques*.

(6) *Analyse des felspaths de Ténériffe*; *Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, tome XIX, p. 46.

lumière sur ces minéraux. Mais les minéralogistes dont je parle , à l'exception de MM. Alex. Brongniart et G. Rose , ont suivi , selon moi , une marche vicieuse ; car ils ont essayé d'établir des espèces différentes toutes les fois qu'ils ont trouvé des analyses notablement différentes et susceptibles d'être traduites en formules différentes, considérant alors ces formules comme définitivement arrêtées. Pour atteindre ce résultat, tantôt ils se sont servis des analyses de leurs prédécesseurs , ce qui est le cas exceptionnel , tantôt ils les ont laissées de côté , en les regardant comme défectueuses , pour s'en rapporter uniquement aux leurs , qu'ils ont , au reste , interprétées trop souvent selon leur caprice. Or , ainsi que je l'ai dit ailleurs (1), les formules , dans la supposition que l'on apporte toute la rigueur nécessaire à leur déduction rationnelle , n'étant que la traduction symbolique des analyses, diffèrent pour chaque analyse notablement différente. Leur exactitude dépend donc de celle des analyses , du nombre et de l'interprétation de ces analyses. De sorte que pour être en droit d'établir une formule rationnelle d'un minéral , c'est-à-dire une formule qui deviendrait la représentation symbolique de la composition moyenne de ce minéral, il est indispensable d'avoir à sa disposition un grand nombre d'analyses qui , chimiquement , diffèrent peu entre elles, et qui aient été faites sur les variétés les plus abondantes du minéral pris dans son état habituel ou normal. Au reste , il n'est pas certain, même dans ce cas, que la formule moyenne ainsi déduite ne soit pas susceptible de varier en présence de nouvelles analyses et de nouvelles observations géologiques, car le rôle géognostique d'un minéral doit nécessairement servir de guide pour établir l'espèce, sinon naturelle , du moins rationnelle. D'après ces considérations , on voit qu'il est à regretter que les minéralogistes aient, dans beaucoup de cas, établi trop légèrement des formules, en oubliant leur portée véritable et les éléments qui sont indispensables pour les déduire. C'est un abus de principes qui peuvent, en minéralogie comme en géologie, être d'un grand secours, si toutefois il existe réellement des lois dans les compositions qui peuvent être représentées par des formules fondées sur les rapports en oxygène.

Outre les considérations précédentes, il en est plusieurs autres, telles que les procédés analytiques , qui peuvent conduire à des

(1) *Mémoire minéralogique et géologique sur les roches dioritiques de la France occidentale*, 1 broch. in-8° ; Paris, 1844 ; et *Bullet. de la Société géol. de France*. t. I^{er}, 2^e série, p. 528.

différences notables dans les formules établies d'après des analyses isolées.

Ainsi, loin de considérer les formules données par les minéralogistes comme définitivement arrêtées, je les crois pour la plupart établies sur des bases peu solides, d'autant plus qu'elles sont souvent différentes pour les divers auteurs.

Dans cette position, j'ai cru devoir employer une autre méthode, moins exceptionnelle et plus conforme aux lois de la nature, il me semble, pour reconnaître parmi les Felspaths les espèces qui pouvaient être regardées comme réellement déterminées, et celles à l'égard desquelles on ne possédait pas assez d'éléments, quelles que soient, du reste, les formules qui devraient les représenter. Ainsi, après avoir discuté les formes cristallines, les clivages, etc., des Felspaths, j'ai réuni toutes les analyses qui pouvaient mériter un certain degré de confiance; j'ai groupé ensuite ces analyses, d'après les analogies de composition, de forme cristalline, de texture, de gisement et diverses autres considérations, pour prendre des moyennes, et j'ai enfin obtenu les résultats que j'exposerai bientôt. Mais, je le répète, de nouvelles recherches pourraient amener des modifications à l'égard des formules qui représentent les espèces que j'admets parmi les Felspaths; néanmoins, je ne pense pas qu'il y ait jamais beaucoup à changer dans certaines espèces, telles que l'Orthose, l'Albite, l'Oligoclase, la Ryacolite et la Labradorite.

La discussion approfondie dont je viens de parler m'a démontré que l'on pouvait avec certitude admettre les espèces Orthose, Albite, Oligoclase, Ryacolite et Labradorite, autant que le mot espèce a de valeur en minéralogie; car l'idée de l'espèce n'a rien d'absolu dans cette science, lorsqu'on envisage la série du règne minéral comme nous l'offre la nature (1). Les espèces précédentes sont assez caractérisées par leurs diverses propriétés, et les docu-

(1) Dans la nature, il n'y a réellement pas d'espèces minérales tranchées et telles qu'on les définit en minéralogie proprement dite. L'écorce du globe n'offre en effet que des espèces géologico-minérales, car la nature a toujours procédé en grand, son objet étant de former des masses ou les roches. Par suite de ces phénomènes généraux, les espèces géologico-minérales n'ont pas une composition chimique fixe: elles ont une composition qui varie dans certaines limites. De sorte que, si l'on veut admettre des espèces naturelles, il faut prendre la moyenne des compositions pour représenter l'espèce; et les individus qui constituent l'espèce gravitent autour de cette moyenne théorique et entre les limites naturelles que la science ne saurait préciser rigoureusement.

ments que l'on possède maintenant sur ces propriétés sont suffisants pour les définir d'une manière précise et claire. Mais quant aux espèces Andésine, Anorthite, Carnatite, Pétalite, Triphane, etc., je ne pense pas que l'on soit autorisé à les admettre, encore moins à les caractériser par des formules. Il peut bien se faire que plusieurs de ces espèces existent réellement ; mais il est probable aussi qu'il y en a moins qu'on ne le suppose, et que celles que l'on pourra admettre par la suite devront être représentées autrement.

Dans tous les cas, les premières espèces, en ajoutant toutefois l'Andésine, si l'on admet que les observations géologiques de M. de Humboldt dans les Andes et que les analyses de MM. H. Abich et G. Rose suffisent pour établir l'espèce Andésine, ce qui n'est pas rigoureux, étant les seules qui jouent un rôle important dans la composition de l'écorce du globe, il importe peu au géologue, je dirai même au minéralogiste, d'être fixé sur les autres, qui sont des espèces accidentelles, sinon douteuses, et qui, en raison de leur rareté, n'ont aucun intérêt, soit dans l'application, soit dans la philosophie de la minéralogie, lorsqu'on envisage cette science sous un point de vue général. La minéralogie pure et appliquée, pour marcher parallèlement avec les autres sciences naturelles, exige, en effet, qu'on bannisse de son domaine les détails qui nuisent à ses progrès, et mérite à tous égards d'être considérée d'une manière plus élevée, plus philosophique.

D'après les réflexions précédentes, je dois donc diviser les Felspaths en deux catégories : la première comprend les Felspaths essentiels ; la seconde, les Felspaths accidentels.

PREMIÈRE CATÉGORIE.

Felspaths essentiels.

Ainsi que je l'ai annoncé plus haut, je range dans la première catégorie l'Orthose, l'Albite, l'Oligoclase, la Ryacolite, la Labradorite et l'Andésine.

Orthose (O.) [1]

(Orthoklase, Felspath ordinaire, Petunzé, etc.).

L'Orthose a pour forme primitive un prisme oblique rhomboïdal de $118^{\circ} 58'$ et $61^{\circ} 02'$, dont la base est inclinée sur les

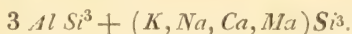
(1) Dans le système d'annotations que j'ai adopté pour indiquer la composition minérale des roches, je représente l'orthose par la lettre O.

pans de $112^{\circ} 35'$ et $67^{\circ} 25'$. Elle offre 3 clivages, dont 2 assez nets, qui se rencontrent à angle droit.

Composition chimique de l'Orthose d'après 26 analyses.

	Nombres extrêmes.		Nombres moyens.	Oxi-gène.	Oxi-gène.	Rap-ports.
Silice	de 58	à 68	63,96	53,22	53,22	12
Alumine	de 15	à 25,95	19,08	8,91	8,99	3
Peroxyde de fer.....	de 0	à 1,75	0,25	0,07		
Peroxyde de manganèse.	de 0	à 1,55	0,06	0,01		
Potasse.....	de 6,90	à 16,95	13,65	2,31	2,69	1
Soude.....	de 0	à 5,06	0,55	0,14		
Chaux.....	de 0	à 3	0,55	0,14		
Magnésie.....	de 0	à 2	0,17	0,10		
Eau.....	de 0	à 1,70	0,58	0,55		
Perte.....	de 0	à 0,80	0,28	»		
			98,95	45,23		

En considérant l'alumine, ainsi que les peroxydes de fer et de manganèse, comme isomorphes, et en agissant de même à l'égard de la potasse, de la soude, de la chaux et de la magnésie, on a pour l'Orthose la formule :



Cette espèce est donc, d'une manière générale, un silicate d'alumine et de potasse.

Albite (A.)

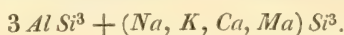
(Cleavelandite, Kieselspath, Eisspath, Schorl blanc, Tétartine, Péricline, etc.).

La forme primitive de l'Albite est un prisme oblique non symétrique, c'est-à-dire à base de parallélogramme obliquangle, de $119^{\circ} 30'$ et $60^{\circ} 30'$, dont la base est inclinée sur les pans de 115° et de 65° . L'Albite montre 3 clivages qui ne sont pas à angles droits, et dont 1 plus facile que les autres. Cette espèce est souvent mûlée, à gouttière ou éventail, et offre des angles rentrants de 6° environ.

Composition chimique de l'Albite d'après 13 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxi- gène.	Oxi- gène.	Rap- ports.
Silice.....	de 65,87 à 70,68	68,73	35,70	35,70	12
Alumine.....	de 18,20 à 22,00	19,52	9,11	9,13	5
Peroxyde de fer.....	de 0 à 0,48	0,08	0,02		
Potasse.....	de 0 à 2,41	0,30	0,04	2,80	1
Soude.....	de 8 à 11,47	10,17	2,60		
Chaux.....	de 0 à 1,44	0,29	0,08		
Magnésie.....	de 0 à 0,55	0,14	0,08		
Eau.....	de 0 à 1,20	0,09	0,08		
Perte.....	de 0 à 0,65	0,05			
		99,37	47,71		

D'après les résultats précédents la formule de l'Albite est



L'Albite est donc, d'une manière générale, un silicate d'alumine et de soude.

Oligoclase (Ol.)

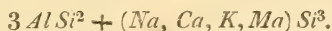
(Spodumène, Natron spodumen, etc.).

La forme primitive de l'Oligoclase est un prisme oblique non symétrique, c'est-à-dire à base de parallélogramme obliquangle, de $115^{\circ} 30'$ et de $64^{\circ} 30'$, dont la base est inclinée sur les pans de $93^{\circ} 45'$ et $86^{\circ} 15'$. Cette espèce montre 3 clivages obtus, dont un net et un autre imparfait.

Composition chimique de l'Oligoclase d'après 6 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxi- gène.	Oxi- gène.	Rap- ports.
Silice.....	de 61,55 à 64,25	62,74	32,78	32,78	9
Alumine.....	de 19,60 à 24,60	22,99	10,73	11,02	3
Peroxyde de fer.....	de 0,50 à 4,11	0,96	0,29		
Potasse.....	de 0 à 3,91	1,27	0,21	3,55	1
Soude.....	de 7,55 à 9,67	8,37	2,14		
Chaux.....	de 2,16 à 4,60	2,93	0,82		
Magnésie.....	de 0,02 à 1,14	0,63	0,38		
		99,89	47,16		

Ainsi, la formule de l'Oligoclase est



On peut donc dire d'une manière générale que l'Oligoclase est un silicate d'alumine et de soude calcique.

Ryacolite (R.)

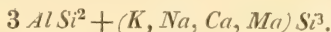
(Felspath vitreux, etc.).

La Ryacolite a pour forme primitive un prisme oblique rhomboïdal, comme l'Orthose, de $119^{\circ} 21'$ environ. Cette espèce présente à peu près les mêmes clivages que l'Orthose ; ils sont très visibles ; enfin la Ryacolite offre une texture fendillée comme une substance qui aurait été étonnée par le refroidissement.

Composition chimique de la Ryacolite d'après 7 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxigène.	Oxigène.	Rapports.
Silice.....	de 50,51 à 70,22	64,69	55,60	55,60	9
Alumine.....	de 15,72 à 29,44	19 54	9,12	9,35	3
Peroxyde de fer.....	de 0 à 2,41	0,74	0,22		
Peroxyde de manganèse.	de 0 à 0,15	0,02	0,01		
Potasse.....	de 3,71 à 8,27	6,94	1,17	3,40	1
Soude.....	de 2,86 à 10,56	4,90	1,25		
Chaux.....	de 0 à 3,16	1,25	0,35		
Magnésie.....	de 0,23 à 1,40	1,04	0,63		
		99,12	46,35		

D'où la formule de la Ryacolite est



D'une manière générale on peut donc dire que la Ryacolite est un silicate d'alumine et de potasse sodique.

Labradorite (L.)

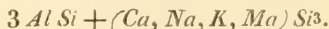
(Labrador, Felspath opalin, etc.).

La Labradorite a pour forme primitive un prisme oblique non symétrique, c'est-à-dire à base de parallélogramme obliquangle, de 119° et 61° , dont les bases sont inclinées sur les pans de 115° et de 65° . Cette espèce présente 4 clivages non à angles droits, dont un parfait et un autre assez facile ; l'un de ces clivages offre le phénomène du chatoiement d'une manière remarquable.

Composition chimique de la Labradorite d'après 9 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxi- gène.	Oxi- gène.	Rap- ports.
Silice.....	de 47,90 à 55,75	53,36	27,72	27,72	6
Alumine.....	de 24,00 à 34,00	28,17	13,15	13,69	5
Peroxyde de fer.....	de 0 à 5,25	1,67	0,51		
Peroxydes de fer et de manganèse.....	de 0 à 0,89	0,10	0,03	4,33	1
Potasse.....	de 0 à 0,49	0,25	0,04		
Soude.....	de 3,50 à 5,46	4,35	1,11		
Chaux.....	de 9,49 à 12,01	10,79	3,03		
Magnésie.....	de 0 à 1,74	0,25	0,15	0,08	
Eau.....	de 0 à 0,50	0,10	0,08		
Perte.....	de 0 à 1,25	0,19			
		99,23	45,82		

Ainsi, la formule de la Labradorite est



En sorte que, d'une manière générale, on peut dire que la Labradorite est un silicate d'alumine et de chaux sodique.

Andésine (An.)

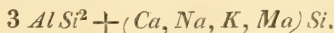
(Andésite, Pseudo-Albite, etc.).

L'Andésine paraît avoir la même forme primitive que l'Albite, et offrir les mêmes caractères de texture; néanmoins je ne crois pas que l'on ait fait encore une étude assez étendue de l'Andésine pour être certain de cette similitude.

Composition chimique de l'Andésine d'après 3 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxi- gène.	Oxi- gène.	Rap- ports.
Silice.....	de 56,72 à 59,60	58,24	30,26	30,26	7
Alumine.....	de 24,28 à 26,52	25,34	11,83	12,06	5
Peroxyde de fer.....	de 0 à 1,58	0,76	0,23		
Potasse.....	de 0 à 1,08	0,62	0,10	4,13	1
Soude.....	de 6,09 à 7,39	6,67	1,71		
Chaux.....	de 5,77 à 9,28	7,18	2,02		
Magnésie.....	de 0 à 1,08	0,49	0,30		
		99,30	46,42		

D'après ces résultats, la formule de l'Andésine serait



Mais on ne saurait regarder cette formule comme définitive ; car, s'il existe réellement une loi simple entre les rapports des différents Felspaths, ainsi que le pensent les minéralogistes, la formule précédente, et les nombres 7, 3, 1 qui l'ont fournie ne seraient pas ce que l'on devrait trouver pour l'Andésine. En effet, on devrait obtenir, en prenant les nombres les plus rapprochés ou 6, 3, 1, ou 9, 3, 1, d'après ce que montrent l'Orthose, l'Albite, l'Oligoclase, la Ryacolite et la Labradorite, espèces qui sont bien caractérisées et qui paraissent être rationnellement représentées par leurs formules respectives. Les nombres auxquels sont arrivés MM. H. Abich et G. Rose sont aussi défectueux que ceux obtenus plus haut, puisque M. G. Rose est parvenu aux nombres 7, 3, 1, et M. H. Abich aux nombres 8, 3, 1. Or, en adoptant 6, 3, 1, ce qui serait assez raisonnable, on rentrerait dans la Labradorite ; tandis qu'en adoptant les nombres 9, 3, 1, on tomberait sur les formules de l'Oligoclase et de la Ryacolite. D'un autre côté, s'il n'existe rigoureusement point de loi entre les rapports des Felspaths, l'Andésine, en raison de la grande quantité de chaux et de soude qu'elle renferme, ne serait qu'un Labrador, et dans ce cas, je ne crois pas qu'il fût nécessaire d'en faire une espèce particulière. Il résulte donc des réflexions précédentes, comme je l'ai déjà dit au sujet de ce minéral, qu'il est indispensable de faire de nouvelles observations géologiques dans les Andes et de nouvelles analyses pour être fixé définitivement sur l'Andésine. Pour le moment, je pense que ce minéral devra rentrer dans l'une des espèces déjà déterminées ; néanmoins, comme il n'y a point de certitude à cet égard, et comme l'on n'est pas en droit de décider positivement s'il doit se rattacher plutôt à la Labradorite qu'à la Ryacolite et même qu'à toute autre espèce, je crois utile de conserver provisoirement cette espèce minérale, afin d'éviter des erreurs, d'autant plus que l'on doit la connaissance, imparfaite il est vrai, de l'Andésine à trois savants qui méritent la plus grande confiance, MM. de Humboldt, G. Rose et H. Abich.

DEUXIÈME CATÉGORIE.

Felspaths accidentels.

Je range dans la seconde catégorie l'Anorthite, la Pétalite, le Triphane, la Carnatite et tous les autres Felspaths que l'on a

essayé de présenter comme espèces, d'après des formules qui résultaient d'analyses isolées ou faites sur des raretés, des mélanges ou bien sur des variétés extrêmes d'espèces déjà déterminées.

Je vais résumer les documents que l'on possède sur l'Anorthite, la Pétalite, le Triphane et la Carnatite. Quant aux autres Felspaths de la seconde catégorie, je crois devoir me dispenser d'en parler d'après ce que j'ai dit ci-dessus.

Anorthite

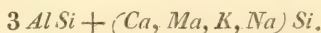
(Felspath de chaux et de magnésie, etc.).

La forme primitive de l'Anorthite est un prisme oblique non symétrique, c'est-à-dire à base de parallélogramme obliquangle, de $117^{\circ} 28'$ et $62^{\circ} 32'$, dont la base est inclinée sur les pans de $94^{\circ} 12'$ et de $85^{\circ} 48'$, de $110^{\circ} 57'$ et de $69^{\circ} 33'$. Cette espèce présente deux clivages nets et obliques de $94^{\circ} 12'$ et de $85^{\circ} 48'$.

Composition chimique de l'Anorthite d'après 6 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxi- gène.	Oxi- gène.	Rap- ports.
Silice.....	de 43,79 à 46	44,56	25,15	23,15	4
Alumine.....	de 35,02 à 37	35,15	16,42	26,52	3
Peroxyde de fer.....	de 0 à 0,74	0,33	0,10	5,96	1
Potasse.....	de 0 à 0,88	0,57	0,06		
Soude.....	de 0 à 0,68	0,15	0,04		
Chaux.....	de 14,50 à 19,02	17,54	4,87		
Magnésie.....	de 0 à 5,26	1,62	0,99		
		99,52	45,63		

La formule qui résulterait des nombres précédents serait



Mais cette formule ne saurait être regardée comme représentant l'Anorthite, les nombres 4, 3 et 1 ne pouvant rentrer dans la loi commune des Felspaths. Il en est de même des nombres donnés par M. G. Rose et par les autres auteurs. Tout ce que l'on peut dire de l'Anorthite, c'est que cette substance est un silicate d'alumine et de chaux magnésique.

Pétalite

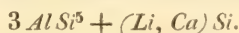
(Berzélite, Arfvedsonite, etc.).

La Pétalite a pour forme primitive un prisme oblique non symétrique de $137^{\circ} 43'$ et de $42^{\circ} 17'$; elle offre deux clivages obtus et assez faciles.

Composition chimique de la Pétalite d'après 2 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxi-gène.	Oxi-gène.	Rapports.
Silice.	de 74,17 à 79,21	76,69	39,84	39,84	16
Alumine	de 17,22 à 17,41	17,31	7,68	7,68	3
Chaux	de 0 à 0,32	0,16	0,04	2,43	1
Lithine	de 5,16 à 5,76	5,46	2,39		
		99,62	49,95		

La formule qui résulterait des nombres précédents serait



Mais elle ne saurait être regardée comme définitive. On peut donc dire seulement que la Pétalite est un silicate d'alumine et de lithine calcique.

Triphane

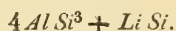
(Spodumène, Zéolite de Suède, etc.).

La forme primitive du Triphane est un prisme oblique non symétrique de 100° et 80° . Ce Felspath offre deux clivages assez faciles et aigus.

Composition chimique du Triphane d'après 2 analyses.

	Nombres extrêmes.	Nombres moyens.	Oxi-gène.	Oxi-gène.	Rapports.
Silice.	de 63,29 à 66,40	64,84	33,68	33,68	13
Alumine	de 25,30 à 28,78	27,04	12,23	16,60	4
Peroxyde de fer.	de 0,79 à 1,45	1,12	0,34		
Peroxyde de manganèse.	de 0 à 0,20	0,10	0,03	3,07	1
Lithine.	de 5,63 à 8,85	7,24	3,07		
Perte.	de 0 à 0,77	0,58			
		100,72	49,55		

La formule qui résulterait des nombres précédents est



Mais elle ne saurait être regardée comme définitive. On peut donc dire seulement que le Triphane est un silicate d'alumine et de lithine.

Carnatite

(Felspath du Carnate, etc.).

La Carnatite paraît avoir la même forme primitive que l'Orthose.

Composition chimique de la Carnatite d'après l'analyse faite par M. Beudant.

	Nombres trouvés.	Oxigène.	Oxi- gène.	Rap- ports.
Silice	71,00	56,88	56,88	13
Alumine	18,00	8,41	8,41	3
Soude	2,10	0,54	2,93	1
Chaux	8,50	2,59		
	99,60	48,22		

La formule qui résulterait des nombres précédents, en prenant toutefois 12 au lieu de 13, serait $3 Al Si^3 + (Ca, Na) Si^3$; mais elle ne saurait être maintenant regardée comme définitive, puisqu'on ne possède encore qu'une analyse de la Carnatite. Dans tous les cas, on peut dire que cette substance minérale est un silicate d'alumine et de chaux sodique.

APPENDICE.

Je ne crois pas inutile de dire quelques mots sur certaines substances minérales, qui ont été regardées par différents minéralogistes comme étant des Felspaths particuliers, et à l'égard desquelles on a besoin d'être fixé, tant pour la géologie que pour la minéralogie.

Petrosilex.

On a compris sous le nom de Pétersilex des substances minérales, qui sont en apparence identiques, mais qui sont très diffé-

rentes minéralogiquement et géologiquement. Le plus souvent, le Pétrosilex est de l'Albite; d'autres fois, c'est de l'Orthose, de l'Oligoclase ou de la Labradorite; d'autres fois, enfin, on donne le nom de Pétrosilex à des roches compactes, uniformes, et résultant du mélange d'un des Felspaths essentiels avec un autre minéral.

Le Pétrosilex le plus commun, celui qui forme la base des eurites, est de l'albite. On pourrait donc conserver le mot Pétrosilex pour désigner les variétés compactes et plus ou moins pures d'albite, ou bien les variétés homogènes d'eurite.

Jade.

Le Jade comprend, comme le Pétrosilex, plusieurs substances minérales. Ordinairement le Jade n'est qu'une Labradorite compacte et plus ou moins pure; d'autres fois on désigne, sous cette dénomination, de l'albite compacte et plus ou moins pure.

Le Jade le plus commun ou le véritable type du Jade labradorite est celui qui forme la base des euphotides; c'est alors une Labradorite plus ou moins souillée par du diallage. On pourrait donc, à l'instar du Pétrosilex, conserver le mot Jade pour désigner les variétés compactes et plus ou moins pures de Labradorite.

La Néphrite n'est pas un Jade, car la Néphrite est un silicate d'alumine et de magnésie.

Obsidienne, Rétinite, Perlite, Ponce, etc.

L'Obsidienne, la Rétinite, la Perlite, la Ponce, etc., ne sont pas des minéraux proprement dits, mais bien des variétés de roches felspathiques, dont je parlerai dans un autre travail.

REMARQUES SUR LES FELSPATHS ESSENTIELS.

Les Felspaths essentiels, c'est-à-dire ceux qui jouent un rôle important dans la composition de l'écorce du globe, se réduisent à 6 : l'Orthose, l'Albite, l'Oligoclase, la Ryacolite, la Labradorite, l'Andésine; et peut-être même à 5, l'Andésine étant encore très douteuse. Or, si l'on récapitule les formules respectives des Felspaths essentiels, en exceptant celle de l'Andésine, qui n'est pas définitive, on a :

Pour l'Orthose	$3Al Si^3 + (K, Na, Ca, Ma) Si^3;$
Pour l'Albite	$3Al Si^3 + (Na, K, Ca, Ma) Si^3;$
Pour l'Oligoclase	$3Al Si^2 + (Na, Ca, K, Ma) Si^3;$
Pour la Ryacolite	$3Al Si^2 + (K, Na, Ca, Ma) Si^3;$
Pour la Labradorite	$3Al Si + (Ca, Na, K, Ma) Si^3.$

D'un autre côté, si l'on récapitule les rapports qui ont fourni les formules précédentes, on a la série suivante :

Pour l'Orthose.	1	:	3	:	12;
Pour l'Albite.	1	:	3	:	12;
Pour l'Oligoclase.	1	:	3	:	9;
Pour la Ryacolite.	1	:	3	:	9;
Pour la Labradorite.	1	:	3	:	6.

Cette série ne donne, au reste, que trois symboles différents :

$$\begin{aligned} 1 : 3 : 6, & \text{ ou } 1 : 3 : 3 \times 2; \\ 1 : 3 : 9, & \text{ ou } 1 : 3 : 3 \times 3; \\ 1 : 3 : 12, & \text{ ou } 1 : 3 : 3 \times 4. \end{aligned}$$

Enfin la composition des cinq feldspaths précédents, et probablement des autres aussi, peut être représentée d'une manière générale par le symbole suivant :

$$1 : 3 : 3 \times n.$$

En jetant les yeux sur les formules précédentes, on voit qu'elles ont entre elles une relation simple, et de plus en plus simple depuis l'Orthose jusqu'à la Labradorite. La même observation s'applique à la série des rapports. Eh bien, cette série décroissante est conforme à la loi que dévoile la géologie relativement à la cessation de la formation des Feldspaths essentiels; car l'Orthose, par exemple, qui a été produite la première ne remonte pas très haut dans l'échelle des terrains, tandis que la Labradorite se trouve encore comme partie constituante dans les laves de notre époque. Ainsi les formules et les rapports sont d'autant plus simples que les Feldspaths sont plus modernes.

Le tableau suivant, qui indique la richesse en silice et en oxygène des Feldspaths essentiels, ne conduit pas rigoureusement à la même loi, contrairement à ce qu'avaient annoncé divers minéralogistes, notamment M. Abich.

Espèces.	Silice.	Oxygène.
Orthose.	63,96	45,23
Albite	68,73	47,71
Oligoclase.	62,74	47,16
Ryacolite.	64,69	46,35
Labradorite.	53,36	45,82

Mais, si la loi qui exprime l'ancienneté relative ou la cessation de la production des Felspaths essentiels n'est pas rigoureusement en rapport avec les teneurs respectives en silice et en oxygène de ces espèces, lorsqu'on les envisage seules, c'est-à-dire indépendamment de leurs associations en grand avec les autres minéraux, elle existe réellement quand on interprète d'une manière convenable le fait naturel. On découvre, en effet, la loi ou la relation qui existe entre l'ordre d'ancienneté et les teneurs en silice et en oxygène, si l'on considère, non l'élément felspathique de chaque roche felspathique, mais bien l'ensemble des minéraux essentiels de chaque roche felspathique; ensemble qui formait primitivement un bain à l'état igné, avant le départ des éléments chimiques, dont le résultat a été, par suite du refroidissement et de la cristallisation plus ou moins confuse de la masse, la production des divers minéraux essentiels qui constituent la roche felspathique. C'est donc la somme des teneurs en silice et en oxygène de chaque minéral qui entre essentiellement dans la composition de la roche felspathique, et non les teneurs de l'élément felspathique seulement, qu'il faut prendre pour trouver la loi énoncée. En suivant cette méthode, qui est la seule naturelle, on voit alors que les roches felspathiques sont d'autant plus anciennes qu'elles sont plus riches en silice et en oxygène. Il résulte également des considérations précédentes et des phénomènes géologiques qu'aux différents âges de la vie du globe les bains étaient composés différemment, et qu'ils étaient aussi doués de propriétés physiques différentes.

Ainsi l'Orthose, qui est moins riche en silice et en oxygène que l'albite, se trouve associée avec des minéraux dont les teneurs en silice et en oxygène sont plus grandes que celles des minéraux associés avec l'albite et les autres felspaths. Par exemple, dans le granite, qui peut être regardé comme la première roche résultant de la consolidation de la surface du globe, l'Orthose se trouve associée avec une grande quantité de quartz hyalin, qui est de la silice plus ou moins pure et qui renferme environ 52 pour cent d'oxygène. Dans la pegmatite, l'orthose est réunie seulement à du quartz. Dans la yénite l'orthose est aussi associée avec du quartz et de l'amphibole. Au contraire, en considérant les roches albitiques qui ont de l'analogie avec les précédentes, l'albite dans la protogyne se trouve réunie à une faible quantité de quartz, et dans le diorite elle existe exclusivement avec l'amphibole. D'un autre côté, la labradorite, déjà moins riche en silice et en oxygène que les autres espèces de felspaths, se trouve réunie dans

l'euphotide avec le diallage, et cette association de la labradorite avec le diallage offre une teneur en silice et en oxygène moins considérable que celles des roches albitiques, et à plus forte raison que celles des roches orthosiques. Or, cette différence dans les teneurs serait encore plus grande, si l'on considérait le basalte où la labradorite se trouve associée à du pyroxène, à du périclase et à de la nigrine.

Les citations précédentes suffisent pour démontrer qu'il faut considérer l'ensemble des minéraux qui composent essentiellement une roche d'origine ignée, toutes les fois qu'on cherche la relation naturelle qui existe entre l'ordre d'ancienneté de cette roche et sa teneur en silice et en oxygène. Elles font voir aussi de quelle importance peut être la connaissance exacte des éléments minéralogiques des roches pour l'étude de certains phénomènes géologiques; car la richesse en silice ou en oxygène des roches, et plusieurs autres faits relatifs à la nature des minéraux essentiels de ces roches, sont étroitement liés aux phénomènes physiques et chimiques qu'ont présentés la matière ignée, qui a formé la première pellicule du globe, et celles qui ont été vomies aux diverses époques géologiques: elles dévoileront souvent des circonstances qui resteraient cachées, si l'on négligeait de semblables considérations.

En admettant que les roches feldspathiques les plus anciennes sont les plus riches en silice et en oxygène, qu'en outre les proportions de ces substances diminuent graduellement à mesure que l'on considère des roches feldspathiques de plus en plus modernes, l'alumine, y compris ses isomorphes, suit généralement une proportion inverse dans les mêmes roches.

Si l'on examine maintenant dans les feldspaths les teneurs en potasse, en soude et en chaux, on trouve que le plus ancien feldspath, l'orthose, est à base de potasse, que l'albite est à base de soude, que l'oligoclase est à base de soude et de chaux, que la ryacolite est à base de potasse et de soude, qu'enfin la labradorite et l'andésine sont à base de chaux et de soude; c'est-à-dire que, d'une manière générale, la potasse est la plus ancienne des trois bases, tandis que la chaux est la plus moderne. Dans tous les cas, je dois rappeler que j'ai pris des moyennes pour établir la composition fondamentale de chaque feldspath essentiel, et qu'en réalité il n'y a peut-être pas beaucoup d'orthoses qui ne renferment point de soude ni d'autres bases isomorphes, qu'il n'y a peut-être pas aussi beaucoup d'albites qui ne renferment point de potasse ni d'autres isomorphes, et qu'en dernière

analyse la même observation s'applique aux autres felspaths.

Comme l'orthose et l'albite sont formulées semblablement, la différence de leurs formes primitives résulterait-elle plutôt de la différence des bases et de la différence des proportions de la silice, ou de toute autre substance, que de la différence des circonstances au milieu desquelles ces espèces ont été formées? Je dirai, sans préjuger la question, qu'il y a eu des cas où les circonstances au milieu desquelles ont été formées l'orthose et l'albite, ayant été à peu près semblables, il en est résulté cependant des formes distinctes pour ces deux espèces; tandis que la ryacolite, qui a été formée par un refroidissement brusque et dans des circonstances très différentes de celles de l'orthose, mais qui renferme plus de potasse que de soude, et dont la formule est bien différente de celle de l'orthose, rentre presque dans la forme primitive de cette dernière espèce.

Les considérations précédentes peuvent conduire à la conclusion théorique suivante: les espèces felspathiques sont moins tranchées dans la nature qu'on ne le suppose généralement; il y a même des passages entre elles, ainsi que le montrent les diverses analyses, d'autant plus que dans les roches felspathiques un des felspaths n'existe pas toujours exclusivement. Par exemple, dans le granite, l'orthose est souvent accompagnée d'albite; dans la protogyne, l'albite est à son tour fréquemment associée à de l'orthose; dans le trachyte, outre la ryacolite, on trouve quelquefois un autre felspath; etc. Mais lorsqu'il existe à la fois plusieurs felspaths dans une roche felspathique, il y en a un qui domine, qui forme un élément essentiel de la roche; et c'est toujours le même felspath qui joue ce rôle pour la même roche. Ainsi, quoiqu'il y ait les mélanges et les passages dont je viens de parler, la nature n'a pas moins fait des coupes générales dans l'ensemble des felspaths, soit par la différence de composition et de forme, soit par les autres caractères qui résultent des circonstances géologiques, au milieu desquelles les divers felspaths ont été respectivement produits.

Revenant à l'ancienneté relative des felspaths, ou, pour mieux dire, des roches felspathiques, je vais essayer de confirmer la loi énoncée plus haut par la considération des densités des felspaths et des roches felspathiques.

Les densités des felspaths sont :

Pour l'Orthose.	2,56 ;
Pour l'Albite.	2,61 ;

Pour l'Oligoclase.	2,66 ;
Pour la Ryacolite.	2,61 ;
Pour la Labradorite.	2,71 ;
Pour l'Andésine.	2,73.

Or, ce tableau montre approximativement que les densités des felspaths sont d'autant plus grandes que ces minéraux sont plus modernes. Mais pour rétablir dans son entier cette relation qui existe entre la densité et l'ordre d'ancienneté, il faut encore embrasser l'ensemble des minéraux qui composent essentiellement chaque roche felspathique.

Ainsi, dans le granite, l'orthose est associée à du quartz et à du mica; dans la protogyne, l'albite est associée à du talc et à une petite quantité de quartz. Or, la somme des densités des divers éléments minéralogiques du granite est moins grande que la somme des densités des éléments minéralogiques de la protogyne. On trouve de même que la syénite, qui est composée d'orthose, de quartz et d'amphibole hornblende, est moins dense que le diorite, qui est composé d'albite et d'amphibole hornblende; au contraire ces deux dernières roches sont plus denses que le granite. D'un autre côté, l'hypersthénite, qui est formée de labradorite et d'hypersthène, offre une densité supérieure à toutes les roches précédentes. Enfin le basalte, qui est formé de labradorite, de pyroxène augite, de périclase et de nigrine, présente une densité bien supérieure à celle des roches que je viens de citer.

Donc, en supposant que toute la matière de notre globe ait été primitivement à l'état de fluidité ignée, il a dû y avoir tendance des éléments les moins denses à se porter à la surface du bain, et cette tendance n'a pu être détruite par l'affinité des bases pour la silice, qui agissait pendant le partage des éléments, puisque ce sont les bases les moins denses qui paraissent avoir le plus d'affinité pour la silice. Ensuite, la première couche s'étant refroidie peu à peu par suite du rayonnement, les contractions éprouvées durant la solidification auront déterminé des ruptures dans l'enveloppe déjà formée, et dès lors aura commencé une série d'éruptions qui ont continué jusqu'à ce jour. Les premières doivent avoir donné une matière analogue à celle de la première couche, et quant à la nature et quant à la densité; tandis que les produits des éruptions ultérieures et successives doivent avoir été de plus en plus différents de la première croûte à mesure que le globe vieillissait. Cette conclusion se trouve, du reste, vérifiée par les faits

géognostiques; elle est en outre d'accord avec la densité moyenne du globe, qui prouve que vers le centre les matières sont beaucoup plus denses que celles qui sont situées à une profondeur moins grande. Il résulte enfin des considérations précédentes que les éruptions qui auront lieu dans les époques ultérieures, devant amener des matières moins éloignées du centre du globe, produiront des laves encore plus denses que celles de nos volcans actuels.

Passant à la fusibilité relative des felspaths, on peut classer approximativement ces minéraux dans l'ordre suivant, qui représente une série croissante en fusibilité.

Orthose,
Albite,
Oligoclase,
Ryacolite,
Andésine,
Labradorite.

Mais cette série croissante serait plus exacte, et par conséquent plus conforme à la loi d'ancienneté relative des felspaths, si l'on tenait compte des minéraux avec lesquels les divers felspaths sont associés pour former les roches, en d'autres termes, si l'on prenait la somme de fusibilité de tous les minéraux essentiels d'une roche. Par exemple, l'orthose, qui paraît être le moins fusible des felspaths, est généralement associé au quartz, qui est très difficilement fusible; tandis que la labradorite, l'un des felspaths les plus fusibles, est ordinairement associé au pyroxène, au diallage et à l'hypersthène, minéraux qui sont beaucoup plus fusibles que le quartz. Il résulterait donc de ce qui précède qu'en général les roches felspathiques sont d'autant plus fusibles qu'elles sont plus modernes. Cette conclusion découle, au reste, de la théorie de la fluidité ignée du globe; mais il ne faudrait pas trop étendre le principe que je viens d'énoncer, car une foule de circonstances ont pu le modifier.

La chaleur spécifique de l'eau étant prise pour 1, celle de l'orthose est de 0,49, tandis que celle de l'albite est de 0,51, et que celle de la labradorite est encore supérieure aux nombres précédents. En sorte que l'ordre d'ancienneté des felspaths est généralement lié à leurs chaleurs spécifiques relatives. Il résulterait de là que les felspaths sont en général d'autant plus anciens qu'ils possèdent une chaleur spécifique moins élevée. Mais cette loi n'est encore réellement exacte qu'en considérant l'ensemble des minéraux qui composent essentiellement les roches felspathiques, c'est-

à-dire que ces roches ont une chaleur spécifique d'autant moins grande qu'elles sont plus anciennes. Ce fait paraît, du reste, être d'accord avec la théorie de la chaleur centrale, les matières les plus voisines du centre du globe devant avoir une chaleur spécifique plus élevée.

La série des teneurs en silice et en oxygène des felspaths essentiels, celle de leurs densités, de leurs fusibilités et de leurs chaleurs spécifiques, ainsi que leurs associations avec les autres minéraux et leurs gisements habituels, montrent qu'il existe une sorte de parenté entre chaque felspath essentiel et les différents autres minéraux qui lui sont associés pour former les roches; car les divers minéraux qui sont réunis en grand jouissent de propriétés semblables ou qui se combinent et se compensent entre elles, de manière à donner à la roche des propriétés rentrant dans les lois énoncées ci-dessus.

On peut donc dire : pour que des minéraux soient associés en grand, il faut qu'il y ait entre eux une sorte de parenté en harmonie avec les circonstances au milieu desquelles l'ensemble a été formé; et, ce qui semblerait confirmer ce fait, c'est que s'il se trouve dans une roche un minéral étranger ou non essentiel à la composition de la roche, ce minéral est pour ainsi dire isolé du reste, car il y forme ordinairement des critraux ou s'y présente en masse amorphe à l'extérieur. Par exemple, lorsque l'orthose et l'albite se trouvent ensemble dans le granite et dans la protogyne, l'orthose forme la base du granite, et l'albite s'y présente en cristaux, tandis que l'inverse a lieu dans la protogyne. Or, comme la nature a généralement réuni des espèces qui ont une sorte de parenté, les cristaux doivent être des raretés. En effet, on les trouve ordinairement dans les fentes, dans les géodes, et comme expulsés de la masse essentielle par les minéraux qui la composent. C'est un fait qui, étant étudié plus sérieusement, peut devenir d'une grande importance dans les questions de géogénie, et qui par conséquent mérite, il me semble, d'être signalé aux méditations des géologues.

L'affinité ou la parenté qui existe entre certaines espèces minérales est d'un grand secours en géologie; car, étant connues, une ou plusieurs des espèces minérales qui constituent une roche, on peut en quelque sorte déterminer d'avance les autres, si leurs caractères sont masqués, et par suite arriver à la détermination de la roche et même à celle de son âge.

On voit donc, d'après tout ce qui précède, combien l'étude exacte des felspaths est importante en géologie, puisqu'elle peut

indiquer l'âge relatif des roches felspathiques, et jusqu'à un certain point les circonstances physiques qui ont présidé à leur formation.

Je terminerai ce mémoire en indiquant les roches dans lesquelles on trouve habituellement les divers felspaths essentiels.

L'orthose se trouve essentiellement dans le granite, le leptynite, la pegmatite, le gneiss, la syénite, la syénitone (1), le porphyre, la miascite et l'arkose.

L'albite dans l'eurite, le granitone, la protogyne, la gnégyne et la diorite.

L'oligoclase dans l'ophite et dans certaines roches, qui ne sont pas bien connues, et que l'on a rapportées au granite et au gneiss.

La ryacolite dans le trachyte et la phonolite.

La labradorite dans l'euphotide, l'hypersthénite, la dolérite, le mélaphyre et le basalte.

L'andésine dans l'andésite, qui est regardée par les uns comme un porphyre dioritique, c'est-à-dire un diorite, et qui, selon d'autres, serait un trachyte. Or, ne connaissant pas suffisamment l'andésite de M. de Humboldt, je ne saurais, pour le moment, me prononcer à l'égard de cette roche.

M. de Wegmann communique à la Société l'analyse suivante du Rapport (en allemand) fait par M. Haid de Fend sur les mouvements menaçants des glaciers du Rofenthal et de Vernagt, dans le Tyrol septentrional.

Le Rofenthal, entouré de hautes cimes et de glaciers étendus, forme le prolongement de la vallée de Fend, et remonte depuis Fend, au S.-O., vers le sommet de la chaîne centrale, en formant une vallée étroite et à bords escarpés. A deux lieues derrière Fend débouche, au N.-O., le vallon de Vernagt, qui renferme dans sa partie supérieure le glacier de ce nom, et un peu au sud, en deçà d'une muraille formée par des éboulis de rochers, le glacier du Rofenthal. Plus bas, dans cette dernière vallée, se déploient également les glaciers du Hochjoch et de Buflar, dont les eaux alimentent le torrent du Rofenthal. D'après ces détails locaux, on voit que, lorsque le glacier de Vernagt descend par son sillon et atteint le fond du Rofenthal, il oppose une digue de

(1) Plusieurs des noms des roches que je cite n'ont pas pour moi la signification que leur donnent les auteurs. Dans un autre travail, je présenterai la définition minérale exacte de ces roches.

glace aux eaux des glaciers du Hochjoch et de Buflar, et qu'il se forme un lac derrière cet obstacle. Ce lac, qui s'est formé plusieurs fois, a fait de grands ravages dans les vallées d'Oetz et de l'Inn, lors de la rupture de sa digue (*Voy. Nachrichten ueber die Eisberge in Tyrol*, par M. Walker; Vienne 1773).

Depuis 1822, époque où le glacier de Vernagt touchait déjà la rive du torrent du Rofenthal, son extrémité inférieure s'était peu à peu retirée à plus d'une lieue; mais, en 1840, on remarqua que le glacier du Rofenthal, séparé encore de celui de Vernagt, indiquait de nouveau, par des fentes de plus en plus nombreuses, son accroissement progressif. Les fentes s'augmentant sans cesse, le glacier de Vernagt s'éleva bientôt sur les deux bords de la vallée et s'accrut en puissance, jusqu'à ce qu'en 1842, le glacier du Rofenthal, soulevant la moraine médiane qui le séparait de celui de Vernagt, finit par se réunir à lui. Pendant l'été de 1843, le glacier de Vernagt se fendilla également à son extrémité inférieure. Cette partie était alors, ainsi que les flancs, bordée d'un mur de neige, dont le niveau s'élevait progressivement à mesure que le glacier augmentait de volume, et l'on présageait dès lors que les flancs ne tarderaient pas à descendre dans la vallée. En effet, le 10 avril 1844, après une neige abondante tombée huit jours auparavant sur le glacier, et qui avait encore rehaussé sa barrière de neige terminale, cette barrière se montra coupée à pic à l'extrémité inférieure du glacier, et la glace débordait de six pas au-dessous de ce mur. Donc le glacier était descendu d'environ 2 toises en 8 jours. Vers le même temps on entendit aussi, coup sur coup, les explosions produites par l'ouverture des fentes, et ce fendillement fut tel que dès le mois de juin le glacier était devenu impraticable. Par une conséquence naturelle de leur exposition au midi, les glaciers du Rofenthal et de Vernagt étaient déjà sans neige au mois de mai, en sorte qu'à partir de cette époque on ne pouvait plus observer leur marche que par des signaux. Dans la première moitié de juin, leur extrémité inférieure s'avavançait journellement de 2 pieds viennois; mais du 15 juin au 21 août, c'est-à-dire en 67 jours, elle descendit de 200 pieds. En même temps, les deux glaciers augmentaient de puissance et s'étendaient en largeur; en sorte qu'à la fin d'août la glace avait déjà atteint, et sur quelques points même dépassé, les moraines les plus éloignées qu'elle eût refoulées jadis, et qu'elle avait depuis abandonnées. D'après les observations de M. Haid, ce mouvement n'a pas toujours été égal et régulier; il a dû dépendre nécessairement de l'angle de pente du fond de la vallée et des

mille accidents de la surface du sol. L'auteur du rapport prétend même avoir observé que sur un point le glacier aurait avancé de la longueur de sa canne dans le court espace de 8 minutes. Le 2 septembre, l'extrémité inférieure des glaciers réunis de Rosen-thal et de Vernagt n'était plus qu'à une demi-lieue de la place où une digue de glace a changé plusieurs fois la vallée du Rosen-thal en un lac.

L'expérience a appris aux habitants de cette localité que, plus le glacier de Vernagt approche du débouché de son vallon, plus son mouvement descendant est considérable ; les gens âgés se rappellent même qu'une fois, dans le bas de la vallée, ce glacier avait franchi en 15 jours la distance d'une portée de carabine, et qu'arrivé à l'étranglement de la vallée du Rosen-thal, il l'avait barrée en un jour. Dans l'état actuel des choses, un événement pareil arrivera probablement bientôt, car les glaciers du Rosen-thal et de Vernagt continuent tous deux à descendre et à s'accroître, tandis qu'en 1822 le dernier seul s'avancait. Or, les hommes sont hors d'état d'arrêter ce malheur ; tout ce qu'ils peuvent espérer de plus favorable, c'est qu'au lieu de rompre subitement sa digue et de porter la désolation sur son passage, le lac s'écoule insensiblement par les canaux naturels que ses eaux pourront se frayer par leur poids.

En comparant le mouvement de ces glaciers avec celui du glacier de l'Aar en 1844, on voit qu'au mois d'août les glaciers du Tyrol descendaient d'environ 3 pieds viennois en un jour, et le glacier de l'Aar de 0^m,212, ou environ 8 pouces.

A la suite de cette communication, M. Martins cite dans les hautes Alpes d'autres exemples de lacs formés par des glaciers, lacs qui viennent quelquefois à se vider. Ainsi il en existe un formé par le glacier du Tacul, dans la vallée de Chamounix. Dans la vallée de Saas, le Macmargersée, autre lac de ce genre, est aussi barré par un glacier. Un semblable lac, que formait dans la vallée de Bagne le glacier du Getroz, dont les glaces, tombant d'en haut, viennent combler la vallée, a beaucoup occupé M. Venetz. Il est arrivé à en empêcher la formation en dirigeant sur ce point, au moyen de petits canaux, des sources dont la température suffit pour fondre la glace. Ainsi, au moyen de petits canaux peu coûteux pratiqués dans la glace, et qui s'agrandissent d'eux-

mêmes par la fusion qu'opèrent les sources, les habitants peuvent éviter ce danger.

M. Leblanc indique un exemple analogue, en Suisse, d'un lac, qui existait cinquante ans auparavant, et qui avait disparu complètement à l'époque des dernières guerres. L'on se plaignait très fort alors de ce que l'on eût marqué sur les cartes un lac qui n'existait pas.

M. Virlet dit que M. Forbes indique pour marche d'un certain glacier deux pieds par jour.

M. Raulin présente un *Mémoire sur la constitution géologique du Sancerrois* (partie septentrionale du département du Cher). Ce travail est accompagné d'une carte géognostique et de trois coupes. L'auteur en donne l'analyse suivante :

Le Sancerrois est une petite région montueuse, qui comprend l'espace triangulaire situé entre Sancerre, Gien et Vierzon. Il s'élève de 200 mètres environ au-dessus des plaines de la Sologne et du Berry qui l'avoisinent, et atteint l'altitude de 434 mètres à la Motte d'Humbligny : aussi est-ce le pays le plus élevé de toute cette moitié occidentale de la France, qui comprend les trois grandes régions naturelles connues sous les noms de bassin de Paris, de presqu'île de Bretagne et de bassin de Bordeaux.

Le Sancerrois est une portion de la ceinture crétacée du bassin de Paris. Il offre, comme terrain dominant, le grès vert et la craie inférieure ; au-dessous ressortent les terrains néocomiens et jurassique ; au-dessus viennent la craie moyenne et les terrains tertiaires. Le terrain jurassique présente le *coral-rag* et l'*oolite supérieure*, qui ont la même composition que dans les départements de l'Aube et de la Meuse ; en effet, le *coral-rag* est formé de calcaires oolitiques et pisolitiques, blancs ou jaunâtres, et l'*oolite supérieure* commence par des argiles grises remplies d'*Exogyra virgula* et se termine par des calcaires compactes blanchâtres. Le terrain néocomien, qu'on n'avait pas encore cité sur la rive gauche de la Loire, se montre seulement autour de Sancerre ; il est formé par des calcaires jaunes ferrugineux, de quelques mètres d'épaisseur seulement, qui contiennent près de quarante espèces de fossiles, parmi lesquels les plus abondants sont les *Spatangus retusus* (Lk.), *Nucleolites Olferstii* (Ag.), *Pholadomya neocomensis* (Leym.), *Cardium subhillanum* (Leym.), *Perna Mulleti* (Desh.), *Pecten striatocostatus* (Goldf.), *Ostrea Leymerii* (Desh.), *Exogyra subsinuata* (Var.

[*Couloni*] *Leym.*), *Ex. subplicata* (Rœm.); *Terebratula suborbicularis* (D'Arch.), *Ampullaria lævigata* (Desh.), *Serpula filiformis* (Fitt.). Le grès vert présente le même faciès que dans la Puisaye, entre l'Yonne et la Loire; il commence par des sables jaunes avec lits de grès ferrugineux, souvent à gros grains de quartz blanc; au-dessus viennent des sables blanchâtres ou le plus souvent verdâtres, donnant à Vierzon des grès tendres, employés dans les constructions; les fossiles sont très rares dans tout cet étage. La craie inférieure commence par des marnes sableuses chloritées vertes, puis vient une craie dure, siliceuse, grisâtre, avec *Spatangus suborbicularis* (Defr.), *Trigonia spinosa* (Park.), *Inoceramus gryphæoides* (Sow.), *Pecten asper* (Lk.), *Pecten quinquecostatus* (Sow.), *Ammonites varians* (Sow.), *A. Mantelli* (Sow.). La craie moyenne est blanche et ne renferme que rarement quelques silex noirs. Les terrains tertiaires présentent trois assises distinctes : les sables à silex, les calcaires d'eau douce et les sables de la Sologne. Les sables à silex, que l'on considère généralement comme le représentant des sables et grès de Fontainebleau, sont des sables jaunes, légèrement argileux, sans fossiles, qui renferment de nombreux silex non roulés; sur plusieurs points, notamment à Sancerre, ils donnent des brèches employées autrefois à faire des meules. Les calcaires d'eau douce sont d'un blanc légèrement brunâtre et renferment des lymnées et des planorbes; ils forment trois bassins, qui paraissent être des dépendances des calcaires de la Beauce : ce sont ceux de Châtillon-sur-Loire, de Cosne et de Mehun-sur-Yèvre. Les sables de la Sologne sont composés par des argiles grises, à nombreux grains de quartz, qui ont une analogie minéralogique complète avec les faluns marins de la Touraine : aussi est-on d'accord pour les considérer comme un prolongement lacustre de ces derniers.

Les divers terrains qui composent le Sancerrois forment des nappes qui en occupent presque toute l'étendue, à l'exception des calcaires d'eau douce et des sables de la Sologne. Ils ont éprouvé un relèvement qui a porté les couches à plus de 150 mètres au-dessus du niveau normal : aussi est-ce dans cette région que les terrains crétacés et les terrains tertiaires du bassin de Paris atteignent leurs plus grandes altitudes. Ce relèvement s'est fait à peu près de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., parallèlement à la bordure septentrionale du plateau central de la France; c'est aussi dans une direction semblable que coule la Loire, d'Orléans à Saumur. La ligne anticlinale va de Sancerre à Mehun-sur-Yèvre, et la pente des couches au N. de cette ligne est moins forte qu'au S. Tous les terrains précédemment indiqués ont été relevés, à l'exception des sables de

la Sologne, qui n'entrent pas dans la composition du massif du Sancerrois, mais qui l'entourent en grande partie et forment à sa base une grande plaine unie. Le Sancerrois présente donc un nouvel exemple de relèvement analogue à ceux du pays de Bray et du Pas-Boulonnais, les deux seuls connus jusqu'à présent dans le bassin de Paris; mais il en diffère essentiellement et par sa direction, qui est presque perpendiculaire, et par son âge; car presque tous les dépôts tertiaires du bassin de Paris s'y trouvent relevés, tandis que la formation des deux autres est antérieure au dépôt du terrain éocène. Enfin le relèvement du Sancerrois paraît coïncider avec la ligne de démarcation la plus tranchée que l'on connaisse dans les dépôts tertiaires du bassin de Paris, celle qui existe entre les calcaires de la Beauce et les faluns de la Touraine.

M. d'Archiac dit qu'ayant étudié dans ce pays la ceinture crétacée du S.-O. du bassin de Paris, sur laquelle il prépare lui-même un mémoire, il trouve très exactes les observations de M. Raulin, et qu'il est arrivé aux mêmes résultats théoriques. Il adresse cependant à M. Raulin quelques questions relatives à certaines dispositions des couches sur lesquelles il lui reste quelque doute.

M. Raulin répond qu'il a encore quelque incertitude à cet égard, et qu'il reverra les lieux avant de publier son mémoire.

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante, adressée d'Auxonne à M. d'Archiac, le 4 septembre 1844, par M. Giroux, géomètre à Auxonne (Côte-d'Or): elle renferme des *Observations sur diverses parties de la Côte-d'Or*.

Ayant fait des recherches dans le calcaire blanc d'Is-sur-Tille, qui doit appartenir au calcaire portlandien, j'y ai trouvé une grande quantité de fossiles, parmi lesquels il y a le *Conus minimus*, décrit avec doute à la page 385 du V^e volume des Mémoires de la Société géologique; ce fossile, dont la spire est parfaitement conservée, ne laisse aucun doute sur son genre: on a donc parfaitement déterminé cette espèce, quoiqu'avec un échantillon imparfait. J'ajouterai, relativement à ce terrain, que les coquilles citées dans le Mémoire sur le département de l'Aisne sont bien moins nombreuses que celles que nous avons trouvées, conjointement avec M. Maréchal, capitaine au 34^e, dans le calcaire blanc d'Is-sur-Tille (Côte-d'Or). Voici celles qui m'ont paru devoir être principalement remarquées: une Scalaire, une Mé-

lanopside, une Tornatelle, la *Patella Aubentonensis*, la *Phasianella Leymerii*, la *Natica subumbilica*, ces premiers échantillons fort rares ; puis un *Cerithium*, plusieurs *Pileopsis* et une autre Patelle, des *Turbo*, des *Trochus* ; parmi les conchifères plusieurs espèces de jolis Peignes, des Térébratules, Huitres, Arches ou Cucullées, Trigonies, Moules, Cardites, etc. ; enfin, beaucoup d'espèces de polypiers. Parmi les Peignes, j'ai reconnu que plusieurs espèces étaient absolument les mêmes que celles qui existent dans les marnes supérieures du Portlandien, des carrières de l'abbaye Damparis, où se trouve en abondance et bien conservée l'*Isocardia ex-centrica*. Si ce terrain peut offrir quelque intérêt à la Société géologique, je me ferai un plaisir de lui faire parvenir les doubles que je puis avoir, ainsi que des échantillons du terrain.

Les terrains de nos environs sont tellement bouleversés que, dans un rayon de 12 à 16 kilomètres, on parcourt tous les terrains, depuis les schistes et les porphyres jusqu'aux argiles de Londres ; enfin, dans le fond de la vallée, se trouve une grande partie des terrains d'alluvion. Cette vallée est limitée, comme on sait, au levant par les montagnes du Jura (premiers échelons) et au couchant par les montagnes de Dijon.

Partant des montagnes du Jura (territoire de Moisey), on trouve quelques traces de porphyre (dans la forêt de la Serre), des schistes, dans lesquels j'ai trouvé des grenats d'une très belle eau, mais fort petits ; une eurite verte compacte contenant des cubes de fer sulfuré se présente en masse imposante derrière Moisey ; le grès rouge, les marnes irisées, s'y présentent aussi à découvert sur une assez grande étendue. A Gredisan, les grès bigarrés sont très abondants. Le calcaire magnésien et les arkoses forment des montagnes de plusieurs lieues de longueur. Dans tous ces terrains j'ai trouvé pour tous fossiles des tiges d'encrines, mais en très petite quantité.

Viennent ensuite les terrains liasiques ; ils commencent par les grès inférieurs, puis le lias bleu, un grès supérieur, formant une belle lumachelle, enfin les marnes supérieures ; tous ces terrains sont riches en fossiles, à part le grès inférieur.

L'oolite ferrugineuse ou calcaire noduleux et tous les terrains jurassiques inférieurs et supérieurs s'y rencontrent, mais souvent avec des hiatus tellement considérables, que, près Gredisan, le calcaire du forest-marble se trouve en contact avec les schistes, et qu'à Raynaus, où les couches sont en certains endroits relevées perpendiculairement, le calcaire à entroques se trouve en contact avec le calcaire à Nérinées.

Le lias bleu forme une arête de près de 12 kil. de longueur; sa régularité semblerait indiquer un point de soulèvement postérieur à celui occasionné par les montagnes granitiques.

A partir de Raynaus, les terrains s'abaissent et plongent dans le fond de la vallée, où ils ont été d'abord recouverts par une immense quantité de marnes, qui semblent appartenir aux couches liasiques, puis par les terrains d'alluvion, dans lesquels il a été trouvé plusieurs débris d'*Elephas primigenius*. J'en possède une molaire et les fragments d'une défense, qui avait 2^m,60 de longueur; elle a été malheureusement brisée. Cette défense était très entière; j'ai son extrémité, sa base, ainsi qu'une partie de sa longueur; la partie intérieure était tellement ramollie qu'au premier aspect on l'eût prise pour de l'axonge. Cette matière était sans aucune saveur, d'une blancheur parfaite, mais à l'air elle s'est durcie, et j'en ai un morceau qui me reste du grand nombre que j'avais recueilli, dans lequel on remarque les stries de l'ivoire. On y a rencontré en outre une tête de *Sus*, des coquilles roulées, une grande quantité de coquilles fluviatiles empâtées dans des marnes noires, qui sont à environ 3 mètres au-dessous du sol naturel (ces coquilles correspondraient à celles du *Lehm* du Rhin) et enfin une prodigieuse quantité de lignites.

Au couchant d'Auxonne est un petit coteau formé par des argiles qui correspondraient à celles dites de Londres, et j'y ai trouvé la *Paludina lenta* très belle, d'autres très petites, des *Planorbis*, *Pupa*, etc.

Enfin, près Poutailler, la petite montagne appelée Mont-Ardoux, ou Arduens, appartient à la formation du grès vert.

On y remarque les marnes vertes et rougeâtres, le grès vert en roche, le calcaire et terrain néocomien; cette localité est assez riche en fossiles: les principaux sont des *Exogyres*, des *Lutraires*, des *Lucines*, les *Serpula Rotula*, *S. filiformis*, *S. Lituola*; *Lucina Vendoperana*, *L. globiformis*, *Venus Brongniartina*, *Cardium subhilianum*, *Spatangus retusus*, etc. Ce terrain est très développé dans le département de la Haute-Saône, près Gray.

Voilà un aperçu général des terrains qui se rencontrent dans un rayon de douze kilomètres à partir d'Auxonne. Leur grande variété serait, je pense, digne des observations des savants géologues qui pourraient traverser le pays, et ce serait pour moi, qui connais assez bien le terrain, un grand plaisir de leur servir de guide si l'occasion se présente.

Une découverte, fort importante sous le rapport de l'histoire du pays, vient d'être faite en creusant un puisard pour le para-

tonnerre du clocher de notre église, dont la fondation remonte au XIII^e siècle. Sur le gros gravier, semblable à celui qui tapisse le fond de la Saône, il vient d'être trouvé un fer de harpon assez bien conservé; ce gravier était recouvert de 5 mètres de sable rouge d'alluvion, déposé lentement par les eaux et non remué (ce même sable forme une grande partie du terrain d'alluvion dans toute la vallée), puis d'environ deux mètres de terre végétale. Cette circonstance fait remonter la navigation sur la Saône à une époque fort reculée : d'abord 500 ans depuis la fondation du monument; ensuite le temps nécessaire pour l'affermissement du terrain, et le détournement du lit de la rivière qui passait en cet endroit lorsque l'objet a été perdu; enfin, le temps de la formation de 5 mètres d'alluvion : ces trois époques forment nécessairement plusieurs décades de siècles.

Dans le V^e volume, planche 14, l'*Hinnites Leymerii* y est dessiné en partie seulement; la description de ce qui manque est donnée par prévision. Possédant cette coquille très belle et bien entière, j'ai suivi sa description avec soin; le talon est exactement ce qu'il a été prévu. Cet échantillon vient des terrains néocomiens de Liencourt (Haute-Saône).

Le secrétaire donne également lecture de la note suivante :

Sur la position que le terrain aptien (argile à plicatules) du département de l'Yonne occupe dans l'étage crétacé, par M. G. Cotteau.

Dans la séance du 20 mai dernier, à la suite de l'intéressante communication de M. Fitton sur le terrain néocomien de l'île de Wight, j'ai demandé au géologue anglais si l'*Ammonites Deshayesi* qui, dans l'Yonne, caractérise le terrain aptien, couche inférieure au gault, se trouvait en Angleterre mêlée aux fossiles néocomiens; à propos de cette demande, une erreur s'est glissée dans le procès-verbal de la séance, car il résulte de sa rédaction que dans l'Yonne l'*Ammonites Deshayesi* se trouve dans le gault, ce que je suis loin d'admettre. L'*Ammonites Deshayesi* caractérise une couche qui, par ses fossiles, diffère essentiellement du terrain néocomien sur lequel elle repose et plus encore du gault, qui lui est supérieur. J'attache d'autant plus d'importance à cette petite rectification qu'un désaccord existe entre quelques géologues sur la place que cette couche doit occuper dans l'étage crétacé; M. Leymerie l'a rattachée au gault, et M. d'Orbigny, qui d'abord l'avait placée

à la partie supérieure du terrain néocomien, l'en a bientôt re-tranchée et en a fait son terrain aptien.

Cette couche, qui, à cause de son peu d'épaisseur, est assez difficile à observer, est traversée, à quelques kilomètres d'Auxerre, par la rivière de l'Yonne, et là elle constitue un terrain distinct, sans aucun doute, et du gault et du terrain néocomien. Parmi plus de 60 espèces de fossiles que j'y ai recueillies, une seule passe dans le gault, le *Solarium dentatum*, d'Orb. (*Delphinula dentata*, Desh.), et cinq dans le terrain néocomien *Nucula obtusa* (Fitton), *Nucula scapha* (d'Orb.), *Nucula simplex* (Desh.), *Arca Marullensis* (d'Orb.) et une espèce de *Corbula*, qui n'a pas encore été décrite; restent donc plus de 50 espèces spéciales à cette couche. Les Céphalopodes y abondent, et tous sont caractéristiques : outre le *Conoteuthis Dupiniana* (d'Orb.), le *Nautilus Lallierianus* (d'Orb.), le *Toxoceras Royerianus* (d'Orb.), l'*Ammonites Deshayesi* (Leym.), l'*A. raresulcatus* (Leym.), l'*A. Cornuelianus* (d'Orb.), l'*A. nisus* (d'Orb.), l'*A. Royerianus* (d'Orb.), j'y ai trouvé plusieurs espèces inédites. Les Gastéropodes, avec des espèces appartenant aux genres *Turritella*, *Natica*, *Solarium*, *Pleurotomaria*, *Cerithium*, *Vermetus*, etc., m'ont offert une espèce de *Dentale*, différente du *Dentalium decussatum* du gault et la seconde qui ait été rencontrée dans le terrain crétacé. Les Acéphales y sont aussi représentés par des espèces nombreuses.

Ce n'est pas, du reste, seulement dans l'Yonne que le terrain aptien se distingue des couches auxquelles on a voulu le réunir. J'ai eu occasion, il y a quelques mois, de l'observer dans la Provence, et il suffit de descendre le ravin qui de La Bedoule conduit à Cassis pour se convaincre combien dans cette contrée ce terrain est nettement séparé des couches supérieures. Il offre, du reste, à une aussi grande distance, une ressemblance frappante avec celui de l'Yonne; les marnes ont la même couleur bleuâtre, et l'oxyde de fer a pénétré la plupart des fossiles.

Je pense donc que cette couche, qui offre dans des contrées si éloignées les unes des autres une ressemblance aussi grande et qui contient dans son sein une faune nombreuse et caractéristique, doit être séparée du terrain néocomien et du gault, et constituer dans le terrain crétacé un étage distinct. M. d'Orbigny lui a donné le nom géographique de terrain Aptien, et je m'empresse d'adopter cette dénomination, car nulle part peut-être cette couche n'acquiert autant de puissance qu'à Gargas, près Apt.

Enfin, le secrétaire termine par la lecture de la note suivante de M. J.-J. d'Omalus d'Halloy.

Note sur le grès de Luxembourg.

Le grès de Luxembourg est un dépôt sur les relations géognostiques duquel les opinions des géologues ont beaucoup varié. En 1822, M. de Humboldt (1) l'a rangé avec le grès de Koenigstein, qui figurait dans la géognosie allemande sous le nom industriel de quadersanstein, et il a placé ce groupe entre le muschelkalk et le calcaire du Jura. Cette association a présenté cela de particulier que, depuis lors, le type du groupe a été remonté dans la série au niveau de la craie, tandis que l'on n'a jamais varié sur la position générale du grès de Luxembourg; mais il n'en a pas été de même sur ses relations avec les systèmes voisins, ainsi qu'on va le voir. En 1825, MM. d'Oeynhausén, de Dechen et de la Roche (2) ont considéré ce dépôt comme le dernier terme de la formation du keuper; mais, en 1828, M. Steininger (3) a fait voir que les fossiles du grès de Luxembourg étant analogues à ceux du lias, c'était dans ce groupe, et non dans le terrain keuprique, que l'on devait le ranger; toutefois, des circonstances, que j'indiquerai tout-à-l'heure, l'ont porté à le considérer comme inférieur au lias proprement dit, ou calcaire à *Gryphæa arcuata*. En 1829, Puillon Boblaye (4) a reconnu que le calcaire sableux d'Orval est supérieur au lias proprement dit; mais, n'ayant pas poussé ses observations jusqu'à Luxembourg, et ayant probablement perdu de vue que M. Steininger étudiait son grès de Luxembourg jusqu'au-delà d'Orval, il a cru pouvoir mettre ses observations en harmonie avec l'opinion de M. Steininger, en supposant que le calcaire sableux d'Orval était un dépôt différent du grès de Luxembourg, et il a vu le représentant de ce dernier dans quelques petites masses sableuses qui forment, à Florenville, la partie inférieure des marnes liasiques bleues ou calcaire à *Gryphæa arcuata*. Cette manière de voir, tout en établissant la véritable

(1) Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères.

(2) Geognostische Umriss der Rheinländer.

(3) Essai d'une description géognostique du grand-duché de Luxembourg, t. VII des mémoires couronnés par l'Académie de Bruxelles.

(4) Mémoire sur la formation jurassique du nord de la France, t. XVII des Annales des sciences naturelles.

position d'une partie du massif du grès de Luxembourg, était plus erronée que celles qui l'ont précédée, puisqu'elle séparait en deux un même dépôt et créait un système imaginaire dans la série des terrains. Cette erreur, comme beaucoup d'autres, a été accueillie avec empressement; je l'ai notamment adoptée dans mes *Éléments de géologie*, et elle se trouve reproduite dans un des plus beaux monuments élevés à la science dans ces derniers temps, c'est à-dire dans la magnifique *Carte géologique de la France*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. En 1841, M. Dumont (1) a rétabli l'identité du grès de Luxembourg avec le calcaire sableux d'Orval, et il a annoncé que la position assignée à ce dernier est réellement celle de tout le système. Cependant, comme on a élevé des doutes sur cette assertion, et que M. Bennigsen Fœrder a encore reproduit postérieurement (2) l'idée des deux dépôts sableux, j'ai désiré former mon opinion sur les lieux, et j'ai non seulement reconnu que les observations de M. Dumont étaient parfaitement exactes, mais j'ai compris comment d'aussi bons observateurs que ceux que je viens de citer avaient pu se former des opinions différentes.

On sait que les terrains secondaires qui s'étendent au nord de Montmédy et de Thionville forment une pointe du grand massif de la Lorraine qui s'avance entre les terrains primaires de l'Ardenne et du Hunsrück, pointe qui probablement représente un golfe ou un détroit de la mer qui couvrait tout le bassin de Paris lors de la formation de ces terrains. On sait également que les dépôts qui composent de semblables appendices sont souvent moins puissants que ceux qui se trouvent dans des espaces plus étendus. On sait encore qu'il arrive souvent que les dépôts se développent en quelque manière aux dépens les uns des autres, c'est-à-dire que quand certains dépôts sont très puissants dans un lieu, d'autres, au contraire, y sont très minces. Or, la réunion de ces circonstances, c'est-à-dire le resserrement du massif et le développement du système sableux, semble avoir réduit, dans les environs de Luxembourg, le système du lias inférieur, ou calcaire à *Gryphæa arcuata*, ou marne de Jamoigne, selon la nomenclature de M. Dumont, à une assise fort mince de marnes grises qui ne renferment presque pas de fossiles. Cette assise, étant placée immédiatement sur le terrain keuprique, qui est principalement

(1) *Mémoire sur les terrains triasique et jurassique de la province de Luxembourg*, t. XV des *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*.

(2) Karsten; *Archiv für mineralogie, geognosie*, etc., 1842.

composé de marnes ordinairement bigarrées de rouge et de gris, mais où ces couleurs s'isolent quelquefois, on conçoit que les observateurs, arrivés dans cette contrée par le nord ou l'est, auront pris la petite assise grise pour un membre du terrain keuprique plutôt que comme représentant le calcaire à *Gryphæa arcuata*, système si célèbre parmi les géologues et si bien prononcé un peu plus au sud. Une autre circonstance appuyait encore cette manière de voir : c'est qu'au-dessus du grès se trouve, dans quelques localités, notamment à Strassen, près de Luxembourg, une assise de calcaire argileux et de marnes bleuâtres qui contiennent quelquefois une grande quantité de *Gryphæa arcuata*, et que, pour cette raison, on a considéré comme le véritable représentant du lias proprement dit. En effet, si l'on était réduit aux seules observations faites dans les environs de Luxembourg, on n'aurait peut-être pas la possibilité de contredire ces conclusions (1); mais les observateurs, arrivés au massif du grès de Luxembourg par le sud et l'ouest, ont présenté la chose sous un autre point de vue, et l'on ne peut contester leurs conclusions; car, outre les garanties qu'offrent des géologues tels que Boblaye, MM. Sauvage, Buvignier (2) et Dumont, il est à remarquer que les trois premiers avaient eu l'occasion de se familiariser avec les caractères du lias inférieur dans l'étude de localités où il est très bien prononcé, et qu'ils étaient si peu partis d'une idée préconçue, que l'on a vu ci-dessus comment Boblaye avait été en quelque manière forcé de torturer ses observations pour les faire cadrer avec l'opinion de M. Steininger. Quant à MM. Sauvage et Buvignier, s'ils avaient eu à s'occuper de ce qui existe au-delà des limites du département qui fait le sujet de leur travail, il leur aurait suffi de rapprocher leur carte de celle de M. Steininger pour proclamer l'identité du calcaire sableux de Mézières avec le grès de Luxembourg, et annoncer que M. Steininger avait méconnu la véritable position de ce dernier.

(1) Il y a cependant un petit caractère paléontologique que l'on pourrait invoquer, pour dire que le calcaire de Strassen n'est pas le lias inférieur; c'est la présence d'une gryphée plus large que la *G. Arcuata* et qui, dans nos contrées, paraît ne pas se trouver dans le lias inférieur. Mais je mets peu d'importance à cette observation, d'autant plus que l'on n'est pas d'accord sur la détermination de cette coquille, que Boblaye, MM. Sauvage et Buvignier rapportent à la *G. Cymbium* de Lamarck, tandis que M. Dumont y voit la *G. Obliquata* de Sowerby.

(2) *Statistique minéralogique et géologique du département des Ardennes*, par MM. Sauvage et Buvignier. Mézières, 1842.

Enfin, s'il était permis de s'appuyer sur des rapprochements tirés d'une contrée assez éloignée, mais qui est classique pour l'étude des terrains secondaires, je ferais remarquer que le classement du grès de Luxembourg dans le lias moyen est beaucoup plus en harmonie avec l'état des choses en Angleterre. On trouve, en effet, les plus grands rapports entre le lias supérieur ou *alum-shale* de l'Yorkshire et les marnes de Flize, d'Amblimont (1), de Grand-Court. On trouve également que le calcaire ferrugineux de Margut (2), les schistes et macigno d'Aubange et le grès de Luxembourg rappellent le lias moyen, c'est-à-dire l'*ironstone* (pierre de fer) et le *sandstone* (grès) de l'Yorkshire ou le *marlstone* (grès marneux) du Northamptonshire, et qu'enfin la marne de Jamoigne et autres marnes grises, inférieure au grès de Luxembourg, présentent les principaux caractères du lias inférieur (*lower lias shale*), de l'Yorkshire ou du lias proprement dit du midi de l'Angleterre.

A la suite de cette lecture, M. Raulin dit qu'ayant visité les environs de Luxembourg, en 1836, il a été très disposé à assimiler les grès de Luxembourg aux sables et grès de Mézières et d'Orval, mais qu'il n'a osé publier alors son opinion

(1) Suivant la marche adoptée par Boblaye et par M. Dumont, j'avais indiqué, dans mes *Éléments de géologie* et dans le *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, la marne d'Amblimont ou de Grand-Court comme appartenant à l'étage bathonien ou oolitique; mais, depuis lors, a paru l'ouvrage cité ci-dessus, de MM. Sauvage et Buvignier, qui rangent ce dépôt dans l'étage liasique, et je considère cette manière de voir comme plus conforme à la nature des choses et aux classements adoptés en Angleterre.

(2) L'ouvrage de MM. Sauvage et Buvignier, ainsi qu'un examen plus complet du mémoire de M. Dumont, dont j'avais seulement vu le manuscrit lors de l'impression du *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, m'ont fait reconnaître que j'avais eu tort de soupçonner qu'il y avait identité entre l'oolite ferrugineuse de Margut, décrite par Boblaye, et celle de Mont Saint-Martin, prise par M. Dumont comme type d'une de ses divisions. Ce sont deux dépôts différents séparés par la marne d'Amblimont, et qui doivent être respectivement placés dans les étages liasique et bathonien, ainsi que l'a fait M. Dumont. Le plus élevé de ces dépôts avait échappé à Boblaye, soit qu'il l'ait confondu avec l'autre, soit qu'il ne l'ait pas rencontré dans le territoire qu'il a exploré, ce qui est d'autant plus probable que les dépôts ferrugineux de cette contrée, comme ceux de beaucoup d'autres pays, sont plutôt des masses subordonnées que de véritables systèmes de terrains.

parce qu'elle était en désaccord avec celle de tous les géologues.

* Séance du 2 décembre 1844.

PRÉSIDENTE DE M. D'ARCHIAC.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu par le secrétaire et adopté.

Le président proclame membres de la Société :

MM.

KOECHLIN SCHLUMBERGER (Joseph), propriétaire, à Mulhouse (Haut-Rhin), présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville.

Le général comte DE LA ROCHE-POUCHIN, quai d'Orsay, 3, à Paris, présenté par MM. Leblanc et Raulin.

Le président propose ensuite l'admission de deux nouveaux membres.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Jéhan (L.-F.), *Nouveau traité des sciences géologiques*, 2^e édition, in-12, 396 pag. et 1 pl. Paris et Lyon, 1844.

De la part de M. le vicomte Héricart de Thury, *Lettre à M. le comte Rambuteau sur les chances de succès d'un puits artésien modèle à forer, à Champgrenon, près Mâcon (Saône-et-Loire)*; (Extrait des *Annales de l'Agriculture française*. Décembre, 1844), etc., in-8°, 15 pag. et 1 pl. Paris, 1844.

De la part de M. Buckland (W.), *Address*, etc. (Adresse au maire et aux membres du comité du puits artésien de Southampton, 27 juillet 1844), in-8°, 14 pag. Southampton, 1844.

De la part de M. Catullo (T.-A.), *Dei massi erratici*, etc.,

(Des blocs erratiques qui se voient sur les montagnes et dans les vallées adjacentes de l'État Vénitien); in-8°, 11 p. 1844.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1844, t. XIX, nos 21, 22.

L'Institut, nos 569—570, 20 et 28 novembre 1844.

L'Écho du Monde savant, 11^e année, nos 38 à 41, 2^e semestre 1844.

Bulletin de l'Académie des sciences et belles-lettres de Bruxelles, t. XI, nos 4 à 8, avril—août 1844.

Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers publiés par l'Académie royale de Bruxelles, in-4°, t. XVI, 1843, 369 p. et 18 pl., plus 38 pag. supplém.; Bruxelles, 1844.

Recueil des actes de la séance publique de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg tenue le 29 décembre 1843, in-4°, 72 pag. Saint-Petersbourg, 1844.

Novorum actorum, etc. (Premier supplément du XI^e vol. des nouveaux actes de l'Académie des curieux de la nature); 1 vol. in 4°, 512 p. et 13 pl., Breslau et Bonn, 1843.

The Mining Journal, n° 483.

The Athenæum, nos 891, 892.

De la part de M. Robert (Eugène), une planche in-folio représentant les fossiles de la rade de Bell-Sound (Spitzberg).

M. Constant Prevost offre à la Société un plan en relief de l'île Julia.

M. Viquesnel dépose sur le bureau la statistique administrative de la Société depuis son origine.

Le président fait observer que l'abrégé qui en a été imprimé et distribué aux membres de la Société en 3 feuilles 1/2 d'impression ne peut faire apprécier suffisamment l'importance de ce travail, fort utile à connaître pour la direction des affaires et l'administration de la Société.

Il annonce ensuite que M. Rouault se retire de sa candidature aux fonctions d'agent.

Le secrétaire donne lecture des articles du règlement spécial aux fonctions de l'agent qui détermine le mode de sa nomination.

Il est procédé au scrutin.

Le nombre des membres présents et votants est de 51. M. Laudy obtient 38 voix, M. Caut 13.

En conséquence, M. Laudy (François-Victor), docteur en médecine, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages des membres présents, est proclamé *Agent de la Société géologique de France*.

M. A. Pomel lit le travail suivant :

Note sur les basaltes de Gergovia (Auvergne) et sur l'âge des calcaires qui paraissent intercalés dans ces roches volcaniques.

Il n'est peut-être pas de géologue qui, ayant visité l'Auvergne, n'ait étudié la célèbre montagne où les traditions placent l'antique cité gauloise, vainement attaquée par César ; elle était déjà célèbre lorsque les membres de la société présents à la réunion extraordinaire de Clermont-Ferrand en firent le but d'une de leurs excursions géologiques. On sait donc généralement que ses pentes abruptes, sillonnées par de profonds ravins, laissent voir de tous côtés, à la base, des couches sédimentaires calcaréo-marneuses, alternant un grand nombre de fois entre elles et colorées très diversement. Ces roches passent, du côté de Clermont, à des calcaires marneux, se délitant en boules et très magnésiens, qui constituent les collines basses presque sans fossiles des environs de cette ville. Sur tout le flanc méridional de Gergovia, ce système lacustre paraît recouvert en stratification généralement concordante par une épaisse nappe de basalte généralement prismatique qui se lie très intimement à des conglomérats basaltiques formés aux dépens des roches sédimentaires diversement altérées, mélangées ou injectées de basalte. Au-dessus, on retrouve des calcaires marneux qui ont la plus grande ressemblance avec ceux de la base, sauf la plus grande abondance de matière argileuse, qui constitue à elle seule plusieurs couches épaisses. L'horizontalité souvent parfaite de ces couches, concordant avec le niveau supérieur de l'affleurement basaltique, donne à la première inspection l'idée d'une contemporanéité certaine entre les roches neptuniennes et plutoniennes. En

continuant de s'élever vers le sommet de la montagne, on reconnaît qu'il est formé par une nappe basaltique qui a coulé sur les derniers sédiments lacustres en les chauffant un peu (argiles rouges). M. Rozet pense qu'elle résulte de l'éruption de deux bouches situées aux extrémités E. et O. du plateau.

On a expliqué de trois manières différentes la présence des roches basaltiques au milieu des calcaires. MM. Croizet, Jobert, etc., ont pensé qu'il y avait eu, pendant la formation des sédiments tertiaires de la Limagne, des éruptions basaltiques; ils ont même dessiné, dans leurs coupes des *Recherches sur les ossements fossiles*, etc., une inflexion des strates calcaires, attribuée par eux à la pression de la matière basaltique, lorsqu'elle coulait sur des couches non encore solidifiées. D'autres géologues n'ayant trouvé dans les terrains sédimentaires lacustres de la Limagne aucun débris roulé basaltique, ont rejeté la contemporanéité du basalte et des calcaires; mais la roche volcanique de Gergovia leur ayant paru posséder tous les caractères d'une coulée, ils ont rangé dans le système des travertins les sédiments supérieurs à cette roche. Nous devons dire que cette opinion était appuyée par la présence d'une source minérale, déposant actuellement du travertin dans le voisinage de ces dépôts anciens, et sur l'existence de fragments basaltiques dans quelques parties des calcaires marneux supérieurs les plus voisins des roches volcaniques. Enfin, le plus grand nombre des observateurs, MM. Dufrénoy, Rozet, etc., ont considéré le basalte inférieur comme l'affleurement d'un énorme dyke sorti entre deux strates tertiaires, à l'époque où ont eu lieu la plupart des éruptions basaltiques de l'Auvergne.

Cette dernière manière de voir est, selon nous, la seule rationnelle, car elle repose sur des preuves nombreuses et irrécusables: 1° l'altération égale des calcaires marneux qui sont en contact avec le basalte, soit au-dessus, soit au-dessous de son affleurement; 2° le filon basaltique (basalte et tuf), qui, partant de la grande masse inférieure, traverse les calcaires, qui lui paraissent superposés, en les altérant et les injectant dans son voisinage, et va se terminer au sommet, vers la nappe supérieure; 3° la relation intime du basalte et des conglomérats qui l'accompagnent toujours (car ceux-ci sont certainement le résultat de l'injection et de la trituration prolongée des sédiments inférieurs par la roche volcanique qui les traversait); 4° la silice qui a pénétré dans les prétendus travertins sous forme de filons de quartz pyromaque, et qui a rendu siliceuse la roche calcaréo-marneuse qu'elle a pénétrée, phénomène très fréquent en Auvergne, et ne se montrant que là

où les sédiments lacustres sont traversés par des roches basaltiques, etc. ; tout, enfin, concourt à établir que l'horizontalité du basalte inférieur n'est qu'une apparence trompeuse de stratification, comme on en trouve des exemples aussi frappants dans d'autres collines des environs de Clermont (Chanturgues, côtes de Gandaillat, etc.) et surtout à la Tour-de-Boulade, où un dyke, traversant presque perpendiculairement les argiles stratifiées, devient horizontal sur une assez grande longueur et se redresse de nouveau pour se lier à un centre d'étoilement marqué par la ruine qui donne son nom à la montagne.

Le but de cette note est d'appuyer cette dernière explication des phénomènes d'intercalation basaltique à Gergovia de quelques considérations paléontologiques très intéressantes pour la géologie de l'Auvergne. Nous savons que les auteurs des deux premières théories sur la constitution géologique de cette montagne ont modifié leurs idées à cet égard et que le basalte du flanc méridional est considéré par eux comme un dyke ; mais plusieurs n'en continuent pas moins de regarder les calcaires argileux qui le recouvrent comme bien plus récents que le grand système lacustre de la Limagne et d'en faire des travertins de l'âge des basaltes. C'est cette dernière opinion que nous allons attaquer ici et qu'il nous sera facile de détruire par l'exposition des observations suivantes :

1° Les calcaires marneux, qui constituent la base de la montagne, ont offert aux paléontologistes des ossements de reptiles (chéloniens et sauriens), et, parmi de nombreux mammifères, un rongeur de genre éteint, désigné par M. Croizet sous le nom de *Gergoviamys* (manusc.), qui existe aussi à Boudes dans les grès superposés aux argiles rouges et vertes, à la Tour-de-Boulade dans les couches tourbeuses, etc. Ces mêmes espèces ont été retrouvées par nous dans les calcaires les plus supérieurs. Elles y sont associées à ces mêmes batraciens, à ces cyprins que j'ai signalés au Puy-du-Tellier dans des couches incontestablement tertiaires et identiques à toutes celles du grand système lacustre arvernien. Ce fait est d'autant plus positif que les terrains volcaniques les plus anciens de la même contrée n'ont pas encore offert un seul débris de genres semblables, malgré les recherches incessantes dont ils sont l'objet.

2° M. Bouillet, qui a spécialement étudié les mollusques vivants et fossiles de l'Auvergne, a reconnu dans des argiles marneuses délitées du flanc N. de la même montagne, considérées par lui comme le fond d'un ancien lac ouvert par la sortie d'un filon ba-

salitique, de nombreuses espèces décrites dans un mémoire sur la conchyliologie de l'Auvergne. Ce sont, d'après lui, les *Planorbis Cornu*, *complanatus*, *disjunctus*, *nitidus*, *marginatus*, *Valvata planorbis*, *Ancylus fluviatilis*, *Melania inquinata*, *Melanopsis buccinoides*, *Unio ventricosa*, etc. M. Dufrénoy avait observé des planorbes et des lymnées dans ces prétendus travertins; mais ces coquilles, n'ayant pas été déterminées rigoureusement, ne pouvaient donner aucun renseignement positif, car leurs congénères sont très abondantes dans les vrais travertins. L'identité des couches coquillières du flanc N. et de celles intercalées entre les deux basaltes, sur le revers opposé, ne peut être douteuse, puisque la dernière espèce avait été observée par M. Bouillet dans le dernier gisement, et que nous y avons retrouvé les *Melania* et les *Melanopsis*. Ces deux dernières espèces sont certainement les plus remarquables de toutes celles observées en Auvergne, puisque, caractérisant pour M. Deshayes l'étage inférieur tertiaire du bassin parisien, elles doivent, à plus forte raison, faire considérer les terrains où on les trouve en Auvergne comme liés synchroniquement au grand système lacustre qui les supporte et qu'on s'accorde généralement à ranger dans l'étage moyen des formations tertiaires.

3^e L'identité d'âge de tous les sédiments lacustres de Gergovia est surtout bien établie par la découverte que nous y avons faite d'une nouvelle espèce d'érable, déterminée non seulement par des feuilles, mais encore, et avec plus de certitude, par des fruits nombreux et très bien conservés. Les uns ont été recueillis au ravin de Bonneval (flanc E.), dans un calcaire marneux, jaunâtre, rubané, distant d'un mètre de la partie inférieure du basalte en dyke; les autres ont été trouvés dans des argiles marneuses noirâtres situées à cinq ou six mètres au-dessous de la nappe basaltique supérieure, à peu de distance du hameau de Mergogne.

Ce dernier gîte, que j'ai exploré avec le plus grand soin, m'a offert, mélangées avec les mélanie, mélanopside et unio, de nombreuses empreintes végétales qui nous donnent des notions assez étendues sur la flore de l'Auvergne à l'époque de la formation de ses sédiments lacustres. Nous pouvons indiquer comme bien déterminés les types suivants: l'érable, qui a ses feuilles divisées en cinq lobes profonds, crénelés, larges à leur base et très acuminés à leur sommet; le *Phyllites cinnamomeifolia*, d'autres analogues aux feuilles des saules, des platanes et des *Potamogeton*, quelques autres plus incomplètes, qui paraissent avoir quelque analogie avec celles de certaines protéacées; un *Comptonia*, genre déjà observé dans les terrains tertiaires seulement, où il est représenté

par deux espèces, l'une (*C. acutiloba*, Ad. Brong.) des lignites de Comothau (Bohême), très voisine de celle d'Auvergne, l'autre (*C. dryandraefolia*, Ad. Brong.) des calcaires lacustres d'Armissan, près Narbonne; des gousses et des feuilles pinnées d'une légumineuse qui, sans lui être cependant identique, ressemble beaucoup au *Robinia pseudo-acacia*; un fruit très abondant, mais conservé seulement à l'état d'empreinte, que M. Ad. Brongniart croit avoir appartenu à un genre particulier de la famille des malvacées (il est pédonculé, ovoïde, acuminé au sommet, un peu aplati, peut-être seulement par la compression qu'il a éprouvée, fortement et assez régulièrement strié dans la longueur, conservant le plus souvent à sa base les traces bien marquées d'un calice monosépale à huit divisions profondes qui déterminent des lobes grêles, filiformes, dont quatre, longs de 0^m,018, arrivent à peine au sommet du fruit et alternent avec les quatre autres, beaucoup plus allongés, un peu moins grêles, mais encore linéaires. Ceux-ci, longs de 0^m,028, sont un peu déjetés en dehors et présentent à leur sommet, sur une longueur de 0^m,008, un double rang de petites pointes serrées, très fines, longues de 1 à 2 millim., ressemblant un peu aux barbes d'une plume, mais rétrogrades, ce qui a dû faciliter la dispersion du fruit en l'attachant aux corps mobiles environnants. Un seul échantillon nous l'a montré divisé en plusieurs valves, dont le nombre n'a pu être déterminé. Est-ce un accident de compression?); plusieurs samares d'une conifère du genre pin, trouvées aussi à Coran dans les marnes à dusodyle; le *Carpolithes thalictroïdes*; des fleurs de graminées; des tiges de *chara*; une fougère trop incomplète pour être déterminée génériquement; enfin, plusieurs autres débris qui ont besoin d'être étudiés ou confirmés par des pièces plus complètes (1).

Espérons que M. Ad. Brongniart, à qui nous avons remis tous les végétaux intéressants de cette localité, les fera connaître plus en détail, dans leurs rapports spécifiques avec les espèces actuelles et celles des divers gisements de la même époque.

(1) Un collecteur d'objets d'histoire naturelle, M. Degeorges, a, je crois, le premier, découvert ce gisement et recueilli des empreintes de plantes. M. Croizet, en ayant fait l'acquisition et ayant ensuite visité la localité, annonça cette découverte dans le t. VII, p. 104 et 216 du *Bul. de la soc. géol.*, en établissant entre ces végétaux et ceux de la flore actuelle de nombreux rapprochements qui nous paraissent douteux.

Cette flore, tertiaire par plusieurs de ses espèces qu'on a observées dans divers gisements des terrains de cette époque, était très différente de celle des terrains volcaniques, dont les espèces nous sont connues en assez grand nombre. Cette étude nous mènera donc encore aux mêmes résultats que les précédentes, c'est-à-dire que, faisant rejeter de cette époque volcanique tous les calcaires de Gergovia, elle nous obligera à les considérer comme formant une série continue, une même formation, antérieure à l'éruption des basaltes.

Les terrains meubles trachytiques et basaltiques de la montagne de Perrier, si célèbres par les mammifères fossiles qu'ils contiennent, mastodonte, tapir, rhinocéros, *felis megantheron*, etc., ont fourni à nos recherches plusieurs espèces remarquables qui indiquent le voisinage des forêts; ce sont: 1° un *Fraxinus* bien caractérisé par son fruit, beaucoup plus court que l'aile membraneuse qui le termine, ce qui lui donne une forme plus ovale; 2° un *Ulmus* différant des espèces vivantes par un fruit beaucoup plus grand et encore plus allongé que celui de l'*Ulmus effusa*; 3° un *Carpinus* dont les bractées ont une forme assez différente de celles des espèces vivantes et fossiles, par leur lobe moyen plus allongé, plus étroit surtout à la partie supérieure, par les lobes latéraux plus courts, plus aigus, ce qui est le caractère opposé du *C. macroptera* d'Armissan (Ad. Brong.); des saules, un chêne et un *carex* ne nous sont qu'imparfaitement connus par leurs organes les moins essentiels. Nous proposerons pour les premières espèces les noms spécifiques suivants: *Fraxinus Lécoquii*, *Ulmus Lamoithii*, *Carpinus brachyptera*. (Voyez les phrases caractéristiques à la fin de la note.)

Dans la vallée de Saint-Vincent, au Cantal, il existe aussi des empreintes nombreuses de feuilles qu'on peut également rapprocher avec assez de certitude des espèces arborescentes actuelles de la contrée; mais, parmi elles, est une feuille qui a tous les caractères de celles des érables. Elle diffère notablement de ses congénères de Gergovia par ses lobes, au nombre de sept, et ses dentelures, peu nombreuses et profondes. La roche dans laquelle on les trouve est un oxyde de fer plus ou moins rouge, très compacte, sur lequel s'est étendue une nappe basaltique.

Dans la vallée de la Monne, près Saint-Sandoux, il existe aussi, sous une coulée basaltique, un dépôt de débris végétaux du même âge, dans lequel M. Burin, pharmacien, a trouvé de nombreuses feuilles de chêne, qui paraissent semblables à celles de Perrier, et des fruits du même genre, ainsi que des cônes de pin, qu'il n'a pas été possible de comparer avec les analogues actuels, parce que

la substance végétale ayant été remplacée par du phosphate de fer, les détails de forme ont tout-à-fait disparu.

Enfin, dans les tufs ponceux eux-mêmes, il a été trouvé des feuilles et des rameaux entiers d'une plante dont les rapports spécifiques avec le *Buxus sempervirens* sont des plus frappants (Orcet).

Nous pourrions encore, en étudiant les végétaux des vrais travertins (1), Coudes, St.-Nectaire, tour de Rambeau, etc., établir de plus grandes différences, car lorsqu'on peut les déterminer avec toute la précision nécessaire, on n'y reconnaît que des plantes semblables, même spécifiquement, aux végétaux des sites voisins, souvent même à des espèces exotiques, naturalisées par la culture dans la contrée.

Nous ne terminerons pas cette note sans faire remarquer que cette végétation des couches tertiaires de Gergovia est même différente de celle des schistes bitumineux de Menat, qu'on croyait de même époque, et que cette dernière, dans son ensemble comme par quelques unes de ses espèces, se rapproche davantage de la flore des terrains volcaniques; ainsi, on y a reconnu des feuilles de châtaignier, de coudrier, de tilleul, des fruits de charme, etc. Il y a bien des feuilles qui ont quelque analogie avec celles de Gergovia, nommées *Phyllites cinnamomeifolia*; mais une observation attentive y fait découvrir des différences notables: ainsi, celles de Gergovia ont leurs deux nervures secondaires alternes et leurs bords entiers; dans celles de Menat, au contraire, les nervures secondaires sont opposées, s'insèrent plus bas sur la nervure principale, et enfin, le pourtour de la feuille est fortement crénelé. En outre, malgré l'abondance des débris et leur variété, on n'a pas encore observé dans cet amas de débris végétaux les espèces d'autres gisements évidemment tertiaires de la vallée de l'Allier, les *Carpolithes thalictroides*, *Chara helicteres*, *Calamites* de Juvillac? le noyer de Ravel, etc.

(1) Les travertins, en Auvergne, quoique très abondamment répandus, sont toujours des formations très circonscrites, qui offrent des caractères minéralogiques assez variés, suivant qu'ils se forment sous l'eau ou à la surface du sol. Il ne faudrait pas, comme on l'a déjà fait en déterminant minéralogiquement les groupes géologiques, leur identifier les calcaires plus ou moins concrétionnés ou cellulux, si fréquents dans les sédiments tertiaires de la même contrée, quoiqu'ils présentent la même structure minéralogique, de même qu'il ne faudrait pas regarder comme roches tertiaires des travertins compacts, marneux, et semblables aux calcaires tertiaires.

En nous résumant, nous dirons que toutes les observations paléontologiques dans les deux règnes des êtres organisés tendent à faire ranger dans le groupe lacustre tertiaire moyen de l'Auvergne les sédiments qui, à la montagne de Gergovia, semblent reposer sur une nappe basaltique, et que tous les faits géologiques démontrent que ce même basalte intercalé est un dyke qui a percé les calcaires et est sorti entre deux strates horizontaux.

Nota. Les espèces bien caractérisées des alluvions ponceuses de Perrier méritent de fixer l'attention des paléontologistes; car ce sont les végétaux fossiles les plus récents parmi lesquels on observe des formes n'appartenant pas à la flore actuelle. Nous croyons donc devoir en donner ici les caractères essentiels.

Jasminées.

1. *FRAXINUS Lecoquii* (Nob.), samara obovato-elongata, a cuta, nervo medio, simplici, ad apicem evanescente et nervulis obliquissimis, arcuatis, approximatis notata, 34 millim. longa, et 7 millim. lata; capsula coriacea, obovata, compressa, 11 millim. longa, supernè in alam foliaceam duplò longiorem expansa; foliis? pinnatis, foliolis elongatis crenatis, basi rotundatis.

Amentacées.

2. *CARPINUS brachyptera* (Nob.), bractea florifera, semi-involucrante, membranacea, nuculam, solitariam ovatam, compressam, tricostatam in qualibet facie (costa media asperius notata), perigonii limbo apiculatam cingente, trinervia, trilobata, margine integra; lobo medio productiore, angusto, sensim attenuato, obtusiusculo, ex petiolo ad apicem 45 millim. et transversè 8 millim. æquante; lobis lateralibus brevissimis (14 millim. long.) attenuatis, acutis, subquadratis divergentibus; nervo simplici in quolibet lobo, nervulis subperpendicularibus, tenuibus, reticulatis ramosis.
3. *ULXUS Lamothii* (Nob.), samara monosperma, enerve membranacea, compressa, peripterigia, elongata, elliptico-lanceolata, long. 40 millim., et lat. 13 millim. æquante; capsula oblongo-ovata, vel alæ subconformi, 18 millim. longa, et 5 millim. lata; foliis? ovatis symmetricis, dentato-crenatis.

M. Raulin demande ce que M. Pomel entend par des filons de tuf basaltique, et s'il ne pourrait désigner d'une manière plus précise la roche dont il veut parler.

M. Pomel répond que ce sont des filons basaltiques passant à une wacke, à un détritit qu'il est impossible de décrire minéralogiquement, parce qu'il y a des passages successifs à

des roches différentes et que chaque échantillon gros comme le poing aurait besoin alors de recevoir un nom particulier. Ce sera, si l'on veut, dit-il, un *conglomérat basaltique* sorti de bas en haut à l'état boueux et qui a coulé de chaque côté.

M. Rozet cite à la Tour-de-Boulade, sur la rive même de l'Allier, un dyke semblable qui s'élève à 150 mètres d'élévation, et une coulée de conglomérat de 8 ou 9,000 mètres de longueur sortie du Puy-de-Chalancé à l'état boueux, et composée de calcaire et de scories.

M. Constant Prevost rappelle que M. d'Omalius d'Halloy a donné à ces éruptions de conglomérat le nom de *roches d'emballage*.

M. Deshayes est fort surpris de la découverte en Auvergne de la *Melania inquinata*, qui était jusqu'à présent caractéristique des formations parisiennes. Il ajoute que M. Sowerby a fait reconnaître l'erreur qu'il avait commise en confondant autrefois la *Melania inquinata* avec une mélanie vivante des îles Philippines.

M. Angelot donne lecture de l'analyse suivante d'un mémoire intitulé: *Description des Entomostracés fossiles du terrain crétacé inférieur du département de la Haute-Marne, suivie d'indications sur les profondeurs de la mer qui a déposé ce terrain*; par M. J. Cornuel.

Dans la partie supérieure de l'*argile ostréenne* du terrain néocène de la Haute-Marne, il y a des plaquettes minces, grises ou d'un jaune terreux, à surface inégale et raboteuse, et à pâte calcaréo-argileuse, mélangée de beaucoup de sable, dont les grains ne sont visibles qu'à la loupe. Parmi les menus débris de fossiles, tous marins, qu'elles renferment, et indépendamment d'une espèce que je crois être un Foraminifère du genre *Marginulina*, (d'Orb.), dont je m'occuperai dans des recherches subséquentes, j'ai découvert une multitude de petits corps microscopiques très intéressants. Ce sont des *Entomostracés* de l'ordre des Ostracodes de Latreille. Leur carapace ou test bivalve est translucide et d'apparence cornée, et leur couleur dominante est le jaune fauve et le jaune de miel. Leurs valves sont presque toujours séparées; mais beaucoup sont dans un bon état de conservation. J'en ai

compté jusqu'à 240, entières, dans un centimètre carré, ce qui ferait plus de 3,700 par centimètre cube. J'ai d'ailleurs recueilli et isolé assez d'individus ayant les deux valves, pour en pouvoir décrire et figurer les espèces.

Obligé d'opter, pour le genre, entre les *Cypris*, qui appartiennent à l'eau douce, et les *Cythere*, qui vivent dans les eaux marines, et n'ayant pas l'anatomie de l'animal pour fixer mon choix, je me suis arrêté à ce dernier genre, en me laissant guider par ces considérations : que ces entomostracés ne sont accompagnés que de fossiles marins, et qu'il s'en trouve jusque dans des valves d'huîtres ; qu'ils sont tous différents de la *Cypris faba* ; et que l'argile ostréenne n'est pas synchronique du terrain wealdien, puisque, d'après les observations de M. le docteur Fitton, ce dernier terrain est antérieur aux couches néocomiennes.

J'arrive ensuite à la description des espèces que j'ai reconnues et qui sont au nombre de quatre, les *Cythere amygdaloides*, *harpa*, *auriculata* et *sculpta*.

Dans tous ces tests, dont l'animal se débarrassait à chaque mue, les caractères oscillent et varient dans des limites assez étendues, et sont loin d'avoir la fixité de ceux des coquilles des mollusques : aussi la *Cythere amygdaloides* comprend-elle quatre variétés et la *C. auriculata* trois autres.

Dans la seconde partie, je présente les inductions que je tire de l'état paléontologique des couches que j'ai précédemment décrites (*Mém. de la Soc. géol.* tome 4, 2^e part. 1^{re} série), et dont j'indiquerai tous les fossiles, avec leur degré d'importance, dans un tableau comparatif que je soumettrai à la Société. D'après mes recherches, l'ancien sol sous-marin de la contrée dont je m'occupe s'est abaissé, après le dépôt du *kimmeridge-clay*, au point que, sauf peut-être un moment d'exception, les dernières couches jurassiques se sont formées au-dessous de la limite la plus basse des stations des mollusques. Un relèvement brusque a ensuite marqué le commencement de la période crétacée. Les premiers dépôts fossilifères de la nouvelle série se firent alors lentement et au milieu d'une riche faune néocomienne. L'exhaussement continuant, un dépôt vaseux, qui est devenu l'argile ostréenne, n'enfouit plus que des animaux tout-à-fait littoraux ou d'embouchure, tels que des *Cardium*, et un grand nombre d'*Exogyra subplicata* et d'*Ostrea Leymerii*. En même temps paraissent les entomostracés, accompagnés de flustres et de fucoides. Ensuite, avec le *fer oolithique*, vint l'*Unio Martinii*. Fitt., son seul fossile, mais d'eau douce, qui se montre déjà dans le terrain

wealdien de l'Angleterre. Puis, tout-à-coup, un mouvement inverse d'abaissement ramena la faune néocomienne dans les *couches rouges* qui recouvrent le fer et qui sont à la base de l'*argile à Plicatules*. La profondeur de la mer augmenta encore et chassa les mollusques côtiers; et la partie supérieure de cette dernière argile ne recéla plus que des Céphalopodes; ou, ce que rend plus vraisemblable la présence de fucoides, le mouvement du sol aurait plutôt été de nouveau ascensionnel; mais le dépôt de l'argile aurait marché assez vite pour empêcher les mollusques littoraux de se développer, et pour n'enfouir que des animaux de haute-mer, jetés morts à la côte. Enfin la profondeur des eaux, devenue moindre à l'époque des *sables jaunâtre et vert*, se serait accrue pendant la formation du *gault*, et plus encore pendant celle de la craie blanche.

Je rattache enfin mes idées sur ces phénomènes d'oscillation à celles que me suggèrent, non seulement les causes des grandes discordances de stratification marquées, çà et là, dans toute la série des terrains stratifiés, mais encore les retours successifs d'eaux marines et d'eaux lacustres dans les bassins tertiaires, et les changements de niveau constatés, de nos jours, sur les côtes de certaines mers.

M. d'Archiac, à propos de la question de la profondeur de la mer traitée dans ce mémoire, dit qu'il se propose d'en entretenir incessamment la Société pour tout le bassin crétacé du nord de la France.

M. de Pinteville lit la note suivante, adressée du Puy au président de la Société le 24 novembre 1844 par M. Aymard, secrétaire de la Société académique du Puy.

Note sur une découverte de fossiles humains dans un bloc de pierre provenant de la montagne volcanique de Denise (Haute-Loire).

Une découverte d'ossements fossiles, qui se rattache à l'une des questions géologiques les plus controversées jusqu'à ce jour, vient d'enrichir les collections du musée du Puy d'un pièce paléontologique des plus remarquables. M. Bertrand de Doue, président de la Société académique du Puy, et moi, nous avons acquis depuis peu, pour cet établissement, un bloc de pierre qui provient d'un terrain volcanique, et au milieu duquel se trouvent des *dents* et

des *ossements humains* (1). La pierre présente une succession de petites couches de cendres argiloïdes et ocracées, l'une d'elles avec fragments angulaires ou à peine émoussés de laves et de scories. On observe que la plupart des os sont brisés et couchés en divers sens, les uns horizontalement, d'autres dans une position oblique, et qu'ils appartiennent à différentes parties du squelette. De plus, j'ai constaté, d'après l'inspection de deux fragments de mâchoires, que ces débris osseux proviennent de deux individus. Les ossements, que leur état de conservation m'a permis de reconnaître, sont : 1° une portion de mâchoire supérieure avec dent canine et alvéoles d'incisives ; 2° un autre fragment de mâchoire supérieure avec canine et trois molaires ; 3° une portion antérieure de l'os frontal ; 4° deux autres fragments des os du crâne ; 5° une vertèbre lombaire ; 6° la moitié supérieure d'un radius ; 7° les deuxième et troisième os du métatarse.

Quelque temps avant que ces fossiles me fussent signalés, j'avais eu occasion d'explorer et de fouiller le lieu où le propriétaire a depuis, et d'après mes conseils, pratiqué de nouvelles fouilles et découvert les ossements. Ces diverses recherches m'ont permis de constater avec certitude la position du banc ossifère. Les indications qui suivent sont le résultat d'observations faites avec le plus grand soin.

Le gisement est situé dans la propriété de M. A... , sur le versant S.-S.-O. de la montagne volcanique de Denise, près le Puy, et à peu de distance de la maison dite de l'*Hermitage*. Le système de couches auquel le dépôt ossifère appartient est composé de plusieurs lits plus ou moins épais de cendres ocracées et argiloïdes. Ces petites assises alternent avec d'autres lits formés de cendres, de scories et de fragments basaltiques, et quelquefois mélangés de sables quarzeux et volcaniques. On remarque des rapports de structure et de composition entre ces derniers bancs et la roche sous-jacente. Celle-ci constitue un terrain d'agrégation avec fragments angulaires et nombreux de scories et de laves, empâtés dans un ciment argileux et très souvent ocracé. C'est une variété de ces *brèches volcaniques* qui occupent une si large place dans la sé-

(1) Il ne m'est pas possible, à cause des limites de cette note, d'indiquer ici leurs caractères positifs de structure, lesquels ne permettent pas de classer ces ossements parmi les genres connus de l'ordre des *quadrumanes*. Un hasard heureux ayant fait reconnaître dans le même bloc de pierre des dents et des os de la tête, du bras et du pied, j'ai acquis la conviction qu'ils se rapportent tous à l'espèce humaine.

rie de nos formations géologiques. Des affleurements considérables de la même roche se montrent en recouvrement immédiat du dépôt ossifère, et l'ensemble du système est recouvert lui-même par une quantité de scories et de fragments de laves. Au milieu de tous ces débris amoncelés, on voit percer, suivant les pentes du volcan, des masses basaltiques à structure compacte et souvent sphéroïdale, et qui paraissent se trouver au point même de leur émission.

On observe des brèches, sinon tout-à-fait identiques, au moins se rapprochant beaucoup de celles que je viens de décrire rapidement, en plusieurs endroits du cône volcanique de Denise. A l'ouest, elles s'étendent en couches épaisses au-dessus d'un massif de brèches auxquelles on s'accorde à attribuer une origine plus ancienne. Au sud, elles apparaissent de chaque côté du *dyke* de la Croix-de-Paille, célèbre par sa chaussée de basaltes prismatiques; mais les plus remarquables par leur étendue et par leur puissance sont au nord-est. De ce côté, on les voit descendre des parties élevées du volcan, et de là se diriger vers le vallon de Polignac, en suivant les contours et la déclivité des pentes. Vers le village de la Malouteyre, elles sont traversées par une éruption basaltique et recouvertes par une coulée de laves. Ces déjections, qu'il faut considérer comme produites par des éruptions boueuses, ont entraîné, en se répandant dans la vallée, des débris pierreux et de nombreux ossements. J'ai reconnu que ces dépouilles animales ont appartenu à plusieurs genres de mammifères, bœufs, cerfs, chevaux, éléphants, mastodontes, rhinocéros (*Rhin. megarhinus* Christol.), etc.

Remarquons que la plupart de ces fossiles ne diffèrent pas, sous le rapport des espèces, de ceux qui ont été signalés par M. Bertrand de Doue dans les scories et cendres volcaniques de Saint-Privat, et par M. Robert dans les brèches et dans les marnes limoneuses de Solilhac (1).

La superposition des laves et les rapports de structure des brèches à ossements *humains* et de celles à ossements de *pachydermes* et de *ruminants* qu'on observe à peu de distance les unes des autres, et autour du même foyer volcanique, m'ont paru offrir la preuve de la contemporanéité de ces divers terrains. On peut donc induire de ce fait important que d'antiques sociétés humaines ont

(1) Exceptons toutefois une espèce de hyène, trouvée jusqu'à ce jour seulement dans les tufs de Saint-Privat, et un pachyderme du genre *Sus* que j'ai rencontré à Saint-Privat et à Solilhac.

habité nos contrées à l'une des époques géologiques où vécurent les rhinocéros, les tapirs, les mastodontes et d'autres races aujourd'hui éteintes, et pendant lesquelles des embrasements volcaniques couvrirent les régions centrales de la France de déjections boueuses, de matériaux de transport, de laves et de toutes sortes de produits ignés.

Les découvertes nouvellement faites à Denise soulèvent une autre question très intéressante de la chronologie géologique, mais fort difficile à résoudre, dans l'état actuel de la science : à quel âge de l'existence du globe devons-nous rapporter l'ensemble des produits volcaniques du Velay, *et plus particulièrement les roches ignées de Denise et les alluvions qui leur sont subordonnées*? En d'autres termes : les éruptions de nos volcans sont-elles toutes antérieures au dépôt des terrains *clysmiens*, ou sont-elles d'une époque contemporaine, ou bien encore quelques uns de nos volcans, et celui de Denise entre autres, ne pourraient-ils pas être postérieurs à ces derniers terrains? C'est là un problème bien digne des investigations de la science, et dont la solution ajoutera un haut intérêt à la découverte que je viens de signaler (1).

M. Constant Prevost dit qu'on n'avait pas encore indiqué l'existence simultanée de l'homme et du mastodonte.

M. Pomel dit qu'il ne croit pas que les fossiles humains se trouvent précisément avec ceux du mastodonte, et cherche à établir qu'il y a eu en Auvergne deux faunes successives. Il soutient que le mastodonte et l'éléphant n'ont jamais été trouvés ensemble, du moins en Auvergne. Le mastodonte se trouve dans les terrains ponceux, et l'éléphant dans les terrains supérieurs.

M. Gervais soutient au contraire que l'éléphant a été trouvé avec le mastodonte en Italie et en Auvergne.

Le secrétaire donne ensuite lecture d'une lettre de M. Boué relative à divers sujets.

1° *Sur les causes qui peuvent produire des effets semblables à ceux des glaciers.*

Si l'on a déjà beaucoup écrit sur les glaciers et les glaces flottantes,

(1) J'espère pouvoir bientôt soumettre à la Société géologique diverses

on est convenu que tous leurs phénomènes n'ont pas encore été éclaircis suffisamment; d'une autre part on n'a pas encore étudié avec toute l'attention désirable les effets géologiques de la congélation de l'eau, de la fonte des neiges et des glaces hivernales, quoique dans le fond ils doivent présenter en petit les phénomènes qui nous frappent en grand dans les glaciers. Il peut donc résulter de cette similitude que les personnes recherchant sur la surface terrestre les traces d'anciens glaciers, courent risque souvent de confondre deux séries d'effets assez différents quant à leurs causes, quoique très semblables par leur nature. Elles arrivent ainsi, sans s'en apercevoir, à des théories étayées de faits irrécusables, mais mal appliqués dans le fond.

En effet, personne ne nie que les zones tempérées du globe n'aient éprouvé depuis des milliers d'années l'alternative du froid et du chaud de nos saisons; donc on doit retrouver partout les traces des destructions opérées par la congélation de l'eau superficielle et par la fonte des neiges et des glaces. Il suffira que la terre ait offert les rochers ou les matières meubles nécessaires à ce travail continu et appropriés à la conservation de ces modifications de la superficie.

Quels sont donc les effets généraux de ces agents destructeurs? Le passage de l'eau en glace fendille et détruit. La neige et la glace, en se fondant, produisent un ruissellement semblable à celui de l'eau pluviale et agissent aussi sur les rochers attaquables au moyen de leur acide carbonique, car elles contiennent encore plus d'air que la pluie. En conséquence du séjour de la neige et de l'eau dans des trous de rochers, ces creux s'agrandissent et s'approfondissent autant chimiquement que mécaniquement. On sait que ces eaux sont intérieurement dans un mouvement constant, au moins pendant le jour, par suite de leur échauffement et de leur refroidissement graduel, ce qui doit augmenter leur action destructive. Si une eau dérivant de la neige fondue charrie sur un rocher des particules sableuses plus dures que ce dernier, le roc sera à la fin entamé par ce seul fait. De même des glaces glissant sur une pente rocailleuse pourront produire çà et là à la longue des surfaces polies, des entailles ou même de petits sillons au moyen de matières dures empâtées dans la glace ou interposées entre elles et le sol. Plus la masse de glace sera grande, plus ces effets devront être sensibles.

observations qui jetteront peut-être quelque lumière sur cette importante question.

Pendant le dégel, des digues de neige ou de glace donnent lieu souvent à la formation de petites flaques d'eau ou à des étangs, qui s'écoulent tantôt petit à petit, tantôt brusquement. Les débâcles de nos rivières, de nos mers gelées, sont des phénomènes qui se renouvellent chaque année. Les glaçons sont flottés au loin par les fleuves; des sables et des blocs sont transportés, des terres meubles entamées; bref toute une série de dépôts particuliers et de formes extérieures du terrain est le produit de ces actions, si souvent observées, auxquelles il faut encore ajouter les effets des éboulis. Mais ces résultats divers sont très voisins, si ce n'est identiques, avec ceux que certaines personnes paraissent trop disposées aujourd'hui à ne vouloir attribuer qu'aux glaciers seuls. Dans ce cas sont des surfaces de rochers convertes de petites aspérités, rugueuses, cannelées, arrondies ou polies; des rocs calcaires percés de trous verticaux ou d'entonnoirs d'une structure particulière, des rochers minés à la manière de ceux où a passé la cascade des eaux d'un glacier, des amas de débris sous la forme d'éminences, des séries de blocs échoués sur des bancs de gravier, etc. Or, plus le sol présentant de pareils accidents est élevé au-dessus de la mer, plus ces traces et ces destructions doivent être naturellement grandes ou fortes, car la longueur de l'hiver et la quantité des neiges et des glaces hivernales sont bien différentes pour les régions au niveau de l'océan comparées à celles fort supérieures à ce dernier. Comme les pépites des métaux augmentent à mesure qu'on s'approche de leur gîte originaire, de même les vestiges des modifications superficielles dont nous parlons gagnent en intensité en s'élevant de la mer vers les pays hauts et les cimes des montagnes, jusqu'à ce qu'ils trouvent leur maximum dans la région des glaciers et des neiges perpétuelles.

Le géologue qui perd de vue ces effets annuels des hivers dans les zones tempérées ou élevées, ne trouvera partout que des traces de glaciers et pourra se croire autorisé à admettre même qu'à une époque comparativement récente une capote de glace a enveloppé toute notre terre. Il doit être le plus souvent impossible de distinguer les effets de la fonte des glaces et des neiges hivernales d'avec ceux de la fonte des glaciers et des neiges perpétuelles, puisque leurs causes sont les mêmes, quelle que soit d'ailleurs l'explication ou l'état de l'explication de ces phénomènes. Si un éléphant et une puce sont tous les deux des animaux, quoique de grandeur et de caractères très différents, de même les effets des glaciers et de la fonte des neiges et des glaces hivernales ne sont que les extrêmes d'une même série d'actions, qui forme une

chaîne continue, et dont l'intensité est en raison directe de la grandeur des causes.

Les sources et les eaux minérales donnent lieu aussi à des destructions et à des dépôts qui peuvent être pris pour des effets d'anciens glaciers; ou même on peut attribuer à l'action des eaux minérales des destructions que l'eau pure a produites à elle seule. Ainsi les sources circulant dans l'intérieur de la croûte terrestre rongent mécaniquement et chimiquement les roches, tandis qu'en charriant aussi des argiles et des sables elles accroissent ces effets. Les eaux minérales véritables, contenant tant de matières chimiques diverses, agissent d'une manière encore plus énergique, au moins sur la plupart des roches. Ainsi il faut bien se garder de penser à des glaciers, quand on n'aura devant soi que des trous perforés dans le roc par les eaux souterraines, ou bien des cavernes tortueuses, ou des excavations comme celles existant ordinairement derrière le bas des cascades, où le rocher a été rongé par la répercussion de l'eau.

Les eaux lacustres et marines polissent les rochers sur leurs bords à la manière des eaux courantes. Elles entament les surfaces dures, y détruisent les parties tendres, y produisent, par le lavage, des aspérités et des trous de diverses formes suivant la nature des roches. Leur action a lieu ordinairement sur des lignes horizontales répondant à leur niveau à diverses époques de la journée ou de l'année. Le flux et le reflux produisent deux lignes. Sur ces lieux se trouvent des cavernosités, des grottes, des perforations, des entonnoirs creusés uniquement par le flot ou à l'aide de petits cailloux mis en mouvement par l'eau dans ces trous. D'un autre côté il arrive aussi que l'action des eaux lacustres et marines se fait sentir sur des plans inclinés, ce qui a lieu lorsque la stratification des couches est favorable à de pareilles destructions ou dans des lieux où l'eau est lancée contre le rivage de manière à remonter sur un plan incliné.

En comparant tous ces effets des eaux à ceux si semblables des glaciers, on voit combien on doit être circonspect dans le jugement porté sur la cause de pareils accidents. Toute ligne de cavernosités non horizontale ne sera donc pas toujours l'indication de la présence d'un ancien glacier ou de la descente de quelqu'un de ses cours d'eau. Tout entonnoir, dût-il être même sur le haut d'une île, ne doit pas indiquer toujours le lieu de la chute d'un torrent de glacier.

Comme les lacs et les mers ont dû produire à leur pourtour de

pareils effets dans tous les temps, l'entourage de tous les bassins géologiques en doit présenter encore des traces plus ou moins parfaites, ce qui forme une étude qui n'a point encore été faite. Elle devient très nécessaire aujourd'hui, afin qu'on puisse opposer des arguments *ad hominem* à ceux de nos jeunes géologues trop fascinés par les effets des glaciers; car ils ont une tendance à confondre quelquefois avec ces derniers ceux d'une date bien antérieure à l'époque alluviale et même le produit des travaux des hommes. D'ailleurs de pareils relevés sont encore ce qui nous manque pour nous reporter entièrement par la pensée vers ces périodes anciennes, et moins ces momies géologiques sont antiques, plus nous pouvons espérer de les ressusciter. Étudions avec soin les moindres détails du relief et de la surface du sol ou des rochers; nous les avons trop négligés jusqu'ici; la théorie glaciale nous y force et aura eu ce résultat utile, quelque avenir qui lui soit réservé.

2° *Sur les courants d'eau de mer qui se précipitent dans l'intérieur de certaines îles Ioniennes.*

Ces courants excitent, il me semble, plus d'étonnement qu'ils ne méritent. En effet ces gouffres ne sont autre chose que les katavothrons du système crétacé dans tout l'occident de la péninsule slavo-grecque. Certaines cavernes jurassiques ou primaires (intermédiaires) ne sont que le fac simile de ces conduits aisé à étudier. Leur mode de formation probablement varié a été discuté souvent; mais on n'a pas assez entrevu encore qu'il devait s'en ouvrir autant sur les bords de la mer que dans les vallées. Or, la place de ces ouvertures peut différer tellement qu'il en résulte des phénomènes hydrauliques très divers.

Si un rocher ou des rochers percés de part en part par de tels canaux, se trouvent isolés au milieu de la mer par suite d'accidents géologiques, l'eau remplira les conduits entièrement, s'ils dérivent sous son niveau, quelle que soit d'ailleurs la sinuosité de leur cours. Dans ce cas, ils échappent au dehors à la vue, à moins qu'ils ne soient très près de la surface de l'eau et qu'ils n'aient leurs deux bouches à peu de distance l'une de l'autre. Mais le plus souvent ce cas ne se présentant pas, on croira voir une petite caverne sous-marine.

Si le conduit est très près de la surface de l'eau et qu'il débouche sur une mer où la marée soit notable, il sera découvert plus aisément et pourra donner lieu pendant la marée haute à un

courant de la mer dans la terre et pendant le reflux à un autre du continent à la mer.

Si le débouché est près de la limite de la haute marée, et qu'il y ait des réservoirs souterrains communiquant avec le conduit, on concevra aisément qu'il en peut résulter des fontaines intermittentes par un jeu de siphon. Cet effet pourra aussi avoir lieu lors même que le canal est assez incliné pour y arrêter l'introduction de la marée à quelque distance de son embouchure, car, le long des côtes rocailleuses et entamées, rien n'est plus commun que des jets d'eau par suite de l'impulsion de l'eau dans un conduit étroit, tandis que rien de semblable ne se produit par l'eau projetée dans une grande entaille ou cavernosité dans les rochers.

Si ces conduits souterrains sont quelquefois horizontaux, ils sont aussi disposés çà et là sur deux ou plusieurs plans inclinés à la manière des siphons; c'est ce que nous montrent les cavernes et les katavothrons : or, dans ces derniers, les chutes d'eau, les engouffrements de torrents sont des traits caractéristiques de cet accident géologique. Il est donc tout simple de les retrouver dans ceux de ces canaux qui s'ouvrent sur les côtes marines sous le niveau des eaux, près de ce dernier ou même un peu au-dessus.

Si le conduit n'a que deux plans inclinés en sens inverse, il peut se faire que ce soit un siphon véritable, ce qui servirait peut-être à expliquer certaines sources salées voisines des plages marines ou situées dans quelques îles.

Il peut aussi se faire que le canal présente à l'entrée de l'eau une pente très longue, de manière que l'eau arrive à des profondeurs telles que la température du sol élève la sienne ou même la vaporise. On aurait ainsi une idée de la formation de certaines eaux thermales salines.

A Céphalonie on voit s'engouffrer l'eau de la mer dans la terre sans découvrir sa sortie; mais la même chose arrive pour beaucoup de torrents des continents, dont quelques uns font même tourner des moulins avant de disparaître. Or, il n'est pas rationnel d'en inférer que, dans ces deux cas, l'eau se vaporise dans l'intérieur de la terre, puisqu'elle peut en ressortir sans que nous nous en apercevions.

M. Boué termine sa lettre par la réclamation suivante :

Ne recevant le *Bulletin* que longtemps après sa publication, on m'excusera de faire si tard la réclamation suivante : à la page 446 du volume XIV du *Bulletin* (1^{re} série), à propos de la théorie sur

les effets des taches du soleil relativement à la température de l'enveloppe de notre globe, si, au lieu de dire *cette hypothèse*, j'ai écrit *mon hypothèse*, je n'ai point voulu dire que ce fût la mienne propre, comme on a paru le croire, mais j'ai voulu exprimer seulement que telles étaient les idées que j'aimerais le mieux adopter. Je n'avais nullement oublié que MM. Renoir et Le Blanc s'étaient occupés de cette question; mais sachant parfaitement que d'autres que ces savants l'avaient étudiée et développée avant eux (Herschell, par exemple), je ne vois pas pourquoi j'aurais dû les citer préférablement aux autres dans un mémoire où, faute de place, je ne pouvais rendre à personne ce qui lui était dû. Si citation devait y avoir, j'aurais pu tout naturellement les passer sous silence et citer quelques noms moins connus ou des mémoires de plus ancienne date, tels, par exemple, que celui de l'astronome Gruithuisen, de Munich. (Voy. *Archiv. F. Naturlehre* de Kastner, 1828, vol. 8, p. 27-30.)

Séance du 16 décembre 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Raulin, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

CANAT (Claude-Jules-Cyrille), docteur en médecine à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire), présenté par MM. Rozet et de Roys ;

CERCELET, à Paris, rue d'Anjou-Dauphine, 7, présenté par MM. Constant Prevost et Martins.

M. le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Melleville, *Mémoire sur les sables tertiaires inférieurs du bassin de Paris* (extrait des *Annales des sciences géologiques*, t. II), in-8°, 88 p., 10 pl. Paris. 1843.

De la part de M. Fournet, *Note sur la température des eaux du Rhône et sur leur rafraîchissement souterrain* (extrait des *Annales de la Société royale d'agriculture, etc., de Lyon*), in-8°, 12 p.

De la part de M. de Fourcy (Eug.), 1° *Carte géologique des Côtes-du-Nord* (vote du conseil-général du département, session de 1836); en 4 feuilles grand-aigle, imprim. lith. de Kaepelin. Paris, 1843.

2° *Carte géologique des Côtes-du-Nord* (notice explicative), in-8°, 172 p., imprimerie de Fain et Thunot. Paris, 1844.

De la part de M. d'Orbigny (Charles), *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, t. V, 56° livraison.

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*, novembre 1844.

De la part de M. Struve (O.), *Détermination des positions géographiques de Novgorod, Moscou, Riazan, Lipetsk, Voronège et Toulà* (extr. du *Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Acad. imp. des sciences de Saint-Pétersbourg*, t. II), in-4°, 18 p. Saint-Pétersbourg, 1843.

De la part de M. Struve (W.), *Resultate, etc.* (Résultats des mesures astronomiques et trigonométriques prises de 1816 à 1819, en Livonie) (extrait des *Mémoires de l'Acad. imp. des sciences de Saint-Pétersbourg, sc. math.*), in-4°, 86 p., 2 pl. Saint-Pétersbourg, 1844.

De la part de l'Académie royale de Stockholm, 1° *Ofversigt, etc.* (Bulletin des séances de l'Académie royale des sciences de Stockholm pour l'année 1844), nos 1 à 7, 166 p.

2° *Kongl. Vetenskaps-academiens handlingar för år 1842* (Mémoires de l'Académie royale de Stockholm pour l'année 1842), 1 vol. in-8°, 376 p., 5 pl. Stockholm, 1843.

3° *Arsberättelse, etc.* (Compte-rendu annuel des travaux et découvertes botaniques de l'année 1838, par M. Joh.-Em. Wikström, publié le 31 mars 1839), 1 v. in-8°, 644 p. Stockholm, 1842.

4° *Arsberättelse, etc.* (Compte-rendu annuel des progrès de la zoologie de 1840 à 1842, 3° part., Crustacés et vers de Linné, par M. S. Lovén), 1 vol. in-8°, 392 p. Stockholm, 1844.

5° *Arsberættelse*, etc. (Compte-rendu annuel des progrès de la chimie et de la minéralogie, par M. J. Berzelius, publié le 31 mars 1844), 1 v. in-8°, 552 p. Stockholm, 1844.

6° *Tal*, etc. (Discours prononcé par M. Hans Jærtæ, Président de l'Académie royale des sciences de Stockholm, le 31 mars 1839, pour le centième anniversaire de la fondation de l'Académie), in-8°, 40 p. Stockholm, 1843.

7° *Tal*, etc. (Discours prononcé par M. C.-G. Von Brinkman, Président de l'Académie des sciences de Stockholm, le 31 mars 1843), in-8°, 12 p. Stockholm, 1843.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1844, 2^e sem., t. XIX, n^{os} 23 et 24.

L'Écho du Monde savant, n^{os} 42 à 45.

L'Institut, n^{os} 571 et 572.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, n^{os} de janvier à avril 1844.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neufchâtel, 1843-1844.

The Athenæum, n^{os} 893 et 894.

The Mining Journal, n^{os} 485 et 486.

M. Martins fait la communication suivante :

Note sur le delta de l'Aar, à son embouchure dans le lac de Brienz.

Les formes régulières des terrains de transport ont été signalées par un grand nombre de géologues. L'analyse de leurs travaux se trouve dans les deux mémoires que nous avons publiés, M. Bravais et moi, sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark (1) et sur les terrasses des bords du Rhin (2).

Quand on cherche à se rendre compte de la formation de ces dépôts et des causes qui ont pu les modeler d'une manière tellement régulière, qu'ils représentent, à s'y méprendre, les ouvrages

(1) Sur les lignes d'ancien niveau de la mer, dans le Finmark, par A. Bravais. *Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux îles Féroë de la corvette la Recherche*, Géographie physique, t. I, p. 57.

(2) Sur les formes régulières du terrain de transport des vallées du Rhin postérieur et du Rhin antérieur, par Ch. Martins. *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIV, p. 322, 1842.

de défense construits par la main des hommes, on arrive toujours à se demander si le talus qui se raccorde avec le fond de la vallée s'est formé à l'air libre ou au-dessous de la surface d'une eau tranquille. La même question se présente quand on veut expliquer l'origine de ces cônes d'éboulements, que l'un de nous a désignés sous le nom de *deltas inclinés*, parce qu'on trouve tous les passages intermédiaires entre ces cônes inclinés et les deltas horizontaux des rivières.

MM. Elie de Beaumont (1) et Le Blanc (2) ont mesuré l'inclinaison des talus formés par un grand nombre de terrains meubles, tels que le sable, les cailloux, les terres, les fragments de roche, etc. L'on sait donc maintenant quel est le talus naturel de ces substances à l'air libre; mais l'on avait peu de données sur l'inclinaison du talus formé par des débris de différente grosseur et de différente densité, lorsqu'ils sont versés par une rivière dans le sein d'un lac tranquille.

M. Egerton (3) a fait quelques sondes sur les bords du delta de la Kander, dans le lac de Thun, et M. Lyell (4) en a conclu que l'inclinaison du talus devait être de 30° à 40° . M. Yates (5) pense que celui de la Linth, dans le lac de Wallenstadt, fait le même angle avec l'horizon; mais ces messieurs se sont bornés, comme on le voit, à de simples approximations. Nous avons profité de notre dernier séjour à Brienz pour faire un travail plus complet sur le delta de l'Aar, à son embouchure dans le lac du même nom.

La source de cette rivière est aux glaciers de l'Unter et de l'Ober-Aar, sur la Grimsel. Après un cours de 25 kilomètres, interrompu par de nombreuses cascades, dont celle de la Handeck est la plus célèbre, elle arrive à Meyringen, chargée de sables siliceux provenant des roches gneissiques, qu'elle a lavées dans sa course rapide. A partir de Meyringen, le cours de l'Aar se ralentit, et après avoir serpenté dans la vallée d'alluvion de l'Unter-Hasli, elle se jette dans le lac de Brienz, en se divisant en deux bras. Ces deux bras sont séparés par un delta régulier ayant 85 mètres de

(1) *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. IV, p. 204.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIV, p. 85, 1842.

(3) *Proceedings of the geological Society of London*, 1834, p. 77.

(4) *Principles of geology*, third edition, t. IV, p. 21.

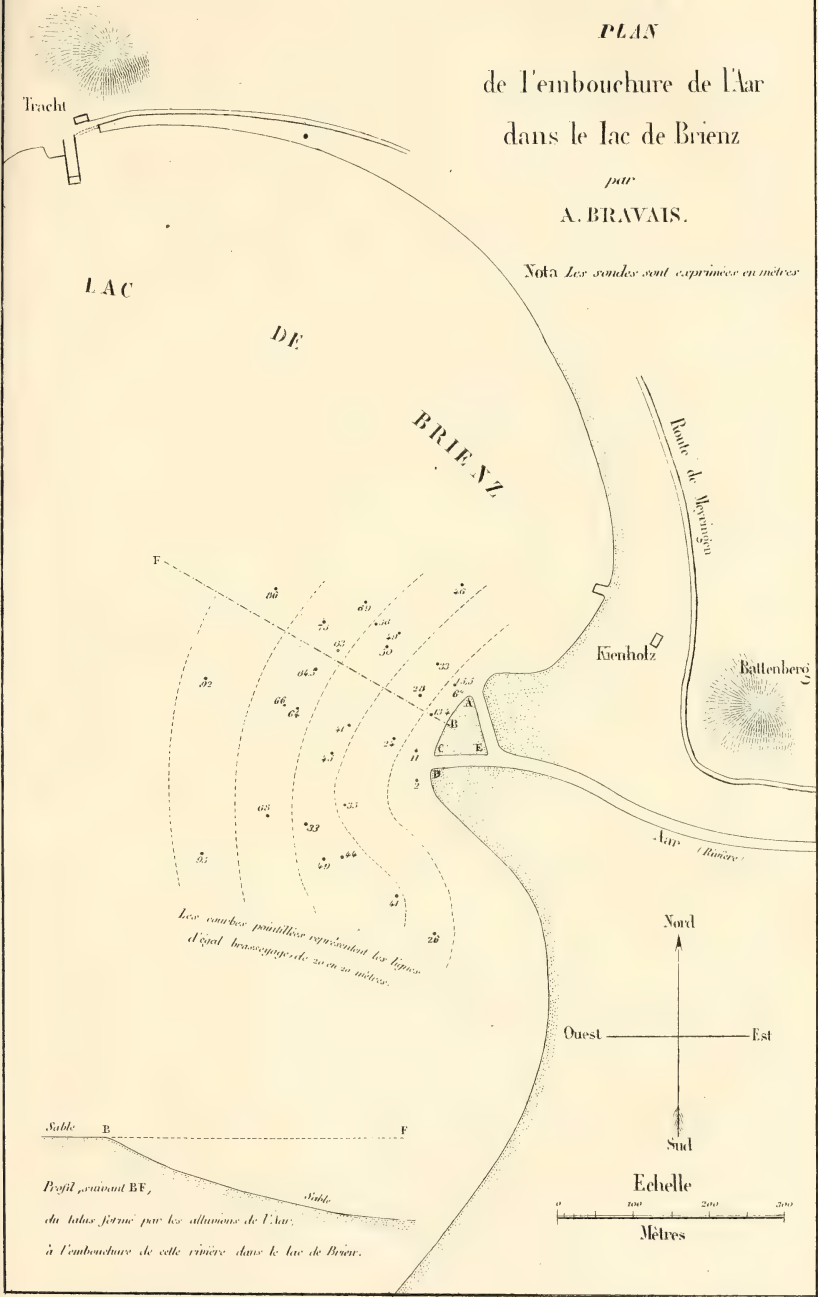
(5) Remarks on the formation of alluvial deposits. *Edinburgh new philosophical Journal*, t. XI, p. 30, 1831.

base et 58 mètres de hauteur (*voyez la pl. II*). La base AC de ce delta se termine par un talus entièrement submergé. C'est l'inclinaison de ce talus et son étendue que nous nous sommes proposé de mesurer.

Nous étions munis d'une ligne de soie de 400 mètres de long et enroulée sur un cylindre de bois évidé de manière à représenter deux troncs de cônes réunis par leurs petites bases. Ce cylindre était traversé par un axe en fer, et muni à l'une de ses extrémités d'une manivelle. Deux piquets en bois, percés à leur partie supérieure d'un trou pour recevoir l'axe de rotation, supportaient le cylindre. Cet appareil avait été fixé solidement à l'arrière d'un bateau qui portait une perche de 5^m 37 de haut, terminée par un voyant. M. Bravais était sur la plage du delta avec un théodolite. Il se plaça d'abord au point A, à l'angle septentrional du delta, puis successivement aux points C, E et D. J'étais dans le bateau, et je m'éloignais et me rapprochais, en suivant, autant que possible, la normale au rivage. À un signe convenu, je laissais tomber le plomb de sonde : en même temps, M. Bravais mesurait l'angle de hauteur du voyant au-dessus du centre du théodolite. On pouvait donc calculer la distance au rivage à l'aide de cet angle et de la hauteur connue du voyant au-dessus du centre de l'instrument. Cette hauteur a varié, dans les quatre stations, entre 4^m, 02 et 3^m, 87. La position du bateau était en outre déterminée au moyen d'un angle asinutal rapporté à une droite passant par le centre du delta et le sommet du Rinckenberg, éloigné de 12100 mètres. Nous notions aussi l'instant de l'observation, afin de savoir quelles étaient les mesures angulaires correspondantes aux différents sondages. Je revins plusieurs fois au rivage pour m'en éloigner ensuite à la distance de 200 à 300 mètres en ligne droite. Je fis ainsi trente sondages, suivant quatre lignes partant des points A, B, C et D, et suivant une cinquième qui était courbe et parallèle au rivage. Les points extrêmes marqués 26 et 46 sur le plan sont éloignés de 450 mètres.

Le delta de l'Aar se termine par un talus sublacustre dont l'inclinaison est de 30° au commencement de la pente ; mais ce talus devient de moins en moins rapide, et à 300 mètres du rivage, la pente n'est plus que de 20° environ (*voy. le profil sur la pl. II*). Le talus immergé se raccorde avec la partie horizontale du delta par un petit talus émergé dont la hauteur est d'un mètre et la pente de 10°. C'est sur cette petite berge que les vagues viennent se briser quand le lac est agité. La surface du grand talus sublacustre est sensiblement plane. Il se compose de sable siliceux très fin.

(Note sur le Delta de l'Aar par M. Martins.)





faisant avec l'eau une boue noirâtre, homogène. Ce sable forme le fond du lac de Brienz, dans presque toute son étendue. En face du point D, sur l'angle méridional de la terre ferme, il existe dans le voisinage de la sonde 2 un petit banc de sable à fleur d'eau, dû au remous du bras gauche de l'Aar. Il est probable que ce même banc existe à l'angle septentrional de la terre ferme, un peu au nord de l'embouchure du bras droit.

A quelle distance s'étend le talus du delta de l'Aar? Entre Brienz, le Giessbach et le hameau d'Engi (1), le fond du lac forme un plan horizontal situé à 195 mètres au-dessous de la surface. Si donc on prolonge le talus dont le plan représente la coupe, on trouve que c'est vers 1100 à 1200 mètres du rivage que le talus doit se confondre avec le fond du lac.

On ne saurait établir sur cette observation isolée une comparaison entre les talus qui se forment à l'air libre et les talus sublacustres. Je me bornerai donc à quelques remarques, que je ne prétends nullement élever au rang de lois.

Le lac de Brienz est profondément encaissé par de hautes montagnes. Rarement il est agité par les vents; celui qui y souffle avec le plus de violence est le S.-O., qui pousse les vagues vers l'embouchure de l'Aar. Mais, au niveau du village de Brienz, le lac tourne à l'O., et les eaux viennent se briser contre la partie du rivage qui s'étend de Tracht au Kienholz (voy. pl. II). On peut donc considérer ce delta comme formé dans une eau tranquille, et comparer son talus à ceux qui s'établissent à l'air. MM. Elie de Beaumont et Le Blanc trouvent 35° pour la pente moyenne du sable sec abandonné à lui-même. On voit que cette pente est de 5° plus forte que celle que nous avons trouvée pour le talus sublacustre. Ce résultat s'explique très bien, si l'on considère avec M. Le Blanc les particules de sable, qui s'éboulent dans l'eau, comme revêtues d'une légère couche de liquide qui favorise leur glissement. Leur talus doit alors se rapprocher de celui des talus formés par des corps lisses, tels que la cendrée de plomb, le blé, les graines de millet, de chènevis, etc., talus qui sont tous compris entre 22° et 32°. Il résulterait aussi de là que les talus des terrasses de sable observées par nous en Suisse et dans le Nord, et par le commandant Le Blanc dans la vallée de l'Eissack, ont pris à l'air libre leur état définitif, car les talus de toutes ces terrasses sont en général compris entre 35° et 41°, et par conséquent beau-

(1) Voyez *Nouvelle description de l'Oberland bernois*, carte n° 4.

coup plus rapides que celui du delta de l'Aar, à son entrée dans le lac de Brienz.

M. Constant Prevost dit qu'il a fait des expériences qui concordent avec les observations de M. Martins. En laissant tomber dans un bocal rempli d'eau des cendres volcaniques ou du sable au moyen d'un cône de papier renversé, dont l'ouverture inférieure portait un disque central pour réserver une cavité cratériforme, la partie plongée dans l'eau se présentait sous forme d'un cône surbaissé, tandis que la partie hors de l'eau offrait des pentes beaucoup plus rapides.

M. Le Blanc ajoute que le cône de déjection sur lequel est assis le château de Saint-Bartholomé, et dont la pente n'est que de cinq à six degrés, se termine brusquement dans le lac de Kœnigsée (Bavière), par un talus d'éboulement d'environ 33°.

M. Eugène Robert lit un travail intitulé : *Observations sur quelques genres d'altérations et de modifications qui surviennent à la longue, dans la structure des pierres et ciment exposés à l'air; moyens proposés pour y remédier.*

Tout le monde connaît cette espèce de moulure de la pierre qu'on appelle *vermiculaire*, et que je ne saurais mieux comparer, pour en donner une idée satisfaisante, qu'à des circonvolutions du cerveau un peu écartées les unes des autres. Ce genre d'ornement s'observe surtout dans les murailles des anciens châteaux. La façade du château du Louvre tournée vers le sud, ou qui regarde la Seine, en est un exemple frappant. Eh bien, à côté de ces moulures, la pierre de taille, qui est d'une nature calcaréo-sablonneuse (1), dans les points où elle est le plus facile à se désagréger a subi, par l'effet de la pluie, des dégradations profondes que l'on serait tenté de prendre pour des moulures semblables, si les véritables n'offraient, comme dans l'arc de triomphe de la Porte-Saint-Martin, de petites hachures transversales. Je ne sais si l'art

(1) Les grains de sable qui lui donnent ce caractère sont de petits fragments de quartz analogues à ceux qui composent les grands dépôts tertiaires presque uniquement formés de cet élément.

a été, dans cette circonstance, une imitation de la nature, ayant pour but de prévenir l'altération ultérieure des murailles; mais toujours est-il qu'une fois établies, les unes par la main de l'homme, les autres par les agents atmosphériques, elles paraissent douées d'une conservation indéfinie. Les façades d'un grand nombre d'églises, en Normandie, sont dans ce dernier cas : elles se sont couvertes de rides qui, bien loin de les vieillir, semblent au contraire les mettre à même de défier les outrages du temps.

A côté de cette désagrégation, que par analogie avec les moulures j'appellerai *désagrégation vermiculaire*, du calcaire grossier pour les monuments de Paris, de la craie tufau pour ceux de Rouen, de Caen, etc., désagrégation qui est trop symétrique pour n'être pas le résultat d'un nouvel arrangement des molécules de calcaire et de sable entre elles, nous rangeons dans la même catégorie une modification non moins singulière qu'on peut remarquer dans le ciment à la chaux et au sable des murailles également exposées aux intempéries de l'air.

Depuis que M. Alexandre Brongniart a fait connaître la tendance de la silice hydratée à se convertir en orbicules, en anneaux siliceux, ou à devenir des solides à contours courbes (1), phénomène que je crois encore en activité dans le conglomérat argilo-sablonneux rougeâtre qui recouvre les pentes de nos collines couronnées par des meulières, où je suis parvenu à recueillir une grande quantité de petites calcédoines transparentes et opaques sous forme d'orbicules parfaits (2), j'ai observé, dis-je, une transformation, qui a beaucoup d'analogie avec ces corps, dans le ciment calcaréo-sablonneux des murailles. Dans les plus anciennes principalement, on voit le ciment, qui lie les pierres meulières entre elles, prendre une structure amygdalaire, et si l'on vient à briser les amandes qui s'en détachent, on les trouve composées de couches concentriques que le moindre choc suffit pour isoler les unes des autres; il n'est pas même nécessaire de recourir à ce moyen :

(1) *Annales des sciences naturelles*, t. XXIII, p. 166.

(2) Dans un prochain travail que je me propose de faire sur le diluvium du bassin de Paris, ainsi que sur une partie des atterrissements de la Seine et de la Loire, comparés entre eux, j'appellerai l'attention sur les modifications qu'éprouvent les silex, même depuis la cause qui les a arrachés de leur gîte primitif, et l'on verra que cette tendance de la silice à se convertir en orbicules est tellement grande, que des fragments de ces mêmes silex, mis à nu, et par conséquent à même de subir les influences atmosphériques, ne tardent pas à présenter des zones de diverses nuances.

par suite du gonflement qu'éprouvent ces amandes dans le nouvel arrangement moléculaire qui s'y passe, elles se divisent d'elles-mêmes ou se désembroient. Le relief que forment les amandes en partie délitées permet alors de voir facilement à la surface des murailles et dans les intervalles que laissent les pierres entre elles, la disposition en orbicules que je viens de signaler. Je ne saurais trop insister sur cette modification éprouvée par le ciment, car je suis persuadé qu'elle est une des causes puissantes des dégradations qui affectent les murailles où il est uniquement employé, et dont la ruine ne tarde pas à en être le triste résultat.

L'auteur entre ensuite dans des considérations ayant trop peu de rapport avec les sciences géologiques pour être insérées au *Bulletin*.

M. Constant Prevost dit que, pendant son dernier séjour à La Rochelle, M. Fleuriau de Bellevue lui a communiqué des observations sur le même sujet. A La Rochelle, les roches calcaires employées dans les monuments présentent une destruction vermiculaire qui commence à 1 mètre au-dessus du sol et se poursuit jusqu'à une hauteur de 3 à 4 mètres; le maximum de dégradation est entre 1^m 50 et 2 mètres. M. Fleuriau de Bellevue, qui a observé les mêmes effets sur des murs bordant des terrasses élevées, s'occupe à multiplier les observations et à faire des expériences directes, dans le but de déterminer la cause de ce phénomène. M. Constant Prevost, d'après les indications de M. Fleuriau de Bellevue, a également observé à l'île de Ré que les piliers qui supportent les arcades des casernes sont très dégradés entre 1^m 50 et 2 mètres au-dessus du sol, et ce qu'il y a de remarquable, c'est que la dégradation n'est pas moindre à l'intérieur qu'à l'extérieur, qui est exposé à la pluie.

M. Virlet dit que le mur oriental de clôture du parc de Versailles présente sur certains points une destruction vermiculaire très profonde et d'autant plus intense qu'elle est plus rapprochée du sol. L'humidité lui paraît en être la cause toute naturelle. Il fait observer aussi que sur les côtes l'*aura maritima* pourrait peut-être bien n'agir qu'à une certaine hauteur seulement.

M. Bontemps croit que la cause la plus puissante de ces

dégradations est la pluie aidée du vent. A l'appui de son opinion, il signale la galerie du Louvre, qui est infiniment moins altérée sur sa façade N.-N.-E., du côté du Carrousel que sur la façade S.-S.-O., du côté du quai.

M. Melleville dit que de la base au sommet de la tour de la cathédrale de Laon, qui s'élève à 60 mètres au-dessus du sol, les pierres et le ciment sont fort dégradés. Il cite aussi une vieille tour, dans les environs de Laon, qui est très détériorée au S. et à l'O.; tandis que, sur le reste de son pourtour, elle est parfaitement conservée.

M. de Fourcy présente la *Carte géologique des Côtes-du-Nord* et le texte explicatif qui l'accompagne. Cette carte, relevée pendant les trois campagnes de 1837, 1838 et 1839, a été publiée en 4 feuilles, sur une contre-épreuve de Cassini. Après avoir donné un aperçu de la constitution physique de la Bretagne, emprunté en grande partie au travail de M. Boblaye (*Annales du Muséum*, t. XV), M. de Fourcy passe à la description géologique du département des Côtes-du-Nord dont il donne l'analyse suivante :

Ce département ne renferme pas tous les terrains dont se compose l'écorce terrestre; sa chronologie géologique ne comprend que les faits suivants :

Dépôt des couches cambriennes;

Éruption des granites à petits grains (système du Westmoreland et du Hundsrück, E. 25° N. — O. 25° S.);

Dépôt des couches siluriennes;

Éruption des porphyres quarzifères (système des ballons des Vosges et des collines du Bocage normand, E. 15° S. — O. 15° N.);

Éruption des granites porphyroïdes et syénitiques (système des Pays-Bas et du sud du pays de Galles, E. 5° S. — O. 5° N.);

Apparition des roches amphiboliques et des filons métallifères (système des îles de Corse et de Sardaigne, N. — S.);

Dépôt des couches tertiaires moyennes;

Dépôt des couches tertiaires supérieures;

Dépôt de la période moderne.

TERRAINS IGNÉS.

Les terrains ignés comprennent non seulement les granites qui ont spécialement reçu des géologues la désignation de

roches primitives, mais encore les divers produits auxquels on a donné le nom de roches plutoniques ou pyrogènes, et qui, en réalité, me paraissent tout aussi primitifs que les granites.

Le granite forme plus de la moitié du sol des Côtes-du-Nord; mais il n'y est point apparu d'un seul et même jet. Non-seulement les granites porphyroïdes ne sont pas contemporains des granites à petits grains; mais les époques d'éruption de ces deux roches ont été séparées par l'apparition des porphyres quarzifères.

§ 1^{er}. *Granite à petits grains (système du Westmoreland et du Hundsrück, E. 25° N. — O. 25° S.).* — Le granite à petits grains forme, à l'E. de Saint-Brieuc, de grandes bandes alignées dans la direction E. 25° N. — O. 25° S. La première s'étend d'Iffiniac à l'Isle; la seconde passe par Lamballe; la troisième court de la Malhoure au Guildo; enfin, une quatrième bande commence à Plélan (route de Paris à Brest), passe par Dinan et se prolonge dans l'Ille-et-Vilaine. Il existe, à un quart de lieue de Dinan, une source d'eau minérale ferrugineuse dont les vertus hygiéniques sont très faibles. A l'O. de Saint-Brieuc, le granite ancien est confusément enclavé dans les granites porphyroïdes, comme si ces derniers l'eussent empâté, et peut-être même refondu lors de leur apparition au jour.

Le granite à petits grains contient beaucoup de mica, se désagrège facilement et peut à peine servir à l'empierrement des routes. Les environs de Dinan fournissent seuls d'assez bon moellon et un peu de pierre de taille.

§ II. *Roches feldspathiques (système des ballons des Vosges et du Bocage normand, direction E. 15° S. — O. 15° N.).* — La période de calme qui suivit l'éruption des granites à petits grains a été marquée par le dépôt des assises supérieures du terrain de transition. La seconde révolution du globe, celle qui a fait surgir les ballons des Vosges et les collines du Bocage normand, mit fin à ce dépôt. M. Dufrénoy rapporte à cette perturbation (*Annales des Mines*, 3^e série, t. XIV, p. 213) la direction des montagnes Noires et des buttes de Clécy (Calvados), la forme de la côte méridionale de la presqu'île armoricaine depuis la pointe du Raz (Finistère) jusqu'à l'embouchure de la Loire, etc. Cette perturbation s'est manifestée en Bretagne par l'apparition des porphyres quarzifères. Les porphyres quarzifères ne se sont point épanchés par grandes masses dans le département des Côtes-du-Nord. Les gisements les plus importants de cette roche se voient entre Lannion et Paimpol, entre Callac et la limite du Finistère, aux environs de Saint-Brieuc. Ces îlots ne sont pour ainsi dire que les bouches de dé-

gorgement d'une grande masse intérieure de porphyres dont la force d'éruption a été assez énergique pour soulever et fissurer les schistes, mais trop faible pour y ouvrir une grande et large voie d'épanchement. M. Dufrénoy, qui a été à même d'étudier les porphyres quarzifères sur un grand parcours, a fait voir que l'apparition des porphyres en Bretagne doit être placée entre la formation des granites à grains fins et celle des granites porphyroïdes. Cette opinion repose principalement sur des observations faites aux mines de Littry (Calvados); car il résulte de ces observations que les porphyres ont été soulevés antérieurement au terrain houiller, lequel est lui-même plus ancien que les granites porphyroïdes.

§ III. *Granite porphyroïde; granite amphibolique (système des Pays-Bas et du S. du pays de Galles, E. 5° S. — O. 5° N.).* — Le granite à gros grains renferme de volumineux cristaux de feldspath gris, bleuâtre ou blanc. Le feldspath qui forme la pâte de la roche est rosé; il est moins micacé, moins fissile que le granite à grains fins. On voit en plusieurs points de nombreux filons de granite porphyroïde pénétrer dans le granite à grains fins. — Le granite porphyroïde est ordinairement d'excellente qualité; il alimente de nombreuses exploitations à Mégrit, à Beaulieu, à Plœuc, à Moncontour, à Rostrenen. Il constitue le grand massif compris entre Callac et Saint-Brieuc. Les granites de Saint-Brieuc s'expédient par la mer et la Seine jusqu'à Paris. Ils sont à grains moyens. Le mica en est brun, le quartz gris, le feldspath blanc-bleuâtre. A l'O. et au N. de Lannion, la côte et les îles de la Manche sont formées par un granite d'un très beau grain analogue à celui qu'on exploite à l'Aber-Ildut (Finistère), et qui a fourni le socle de l'obélisque de Louqsor.

Au N. de Paimpol, le granite renferme une forte proportion d'amphibole, et forme une roche tout-à-fait remarquable par la beauté de ses couleurs et la variété de sa structure. On rencontre également des granites amphiboliques à l'E. de Saint-Brieuc, entre la mer et Lamballe. On le voit, entre Lamballe et Saint-Aubin, s'intercaler dans les granites anciens et y apparaître en beaux porphyres verdâtres qui seraient susceptibles d'un magnifique poli, et dont les nuances rappellent les roches de Corse ou d'Italie, si recherchées dans les arts d'ornement. M. Dufrénoy a décrit dans son Mémoire les filons remarquables que le granite amphibolique forme, au cap Fréhel, dans les escarpements des poudingues siluriens de la côte.

§ IV. *Roches amphiboliques, filons métallifères (système des îles*

de Corse et de Sardaigne, N.-S.). Indépendamment des trois grandes perturbations qui ont donné à la Bretagne ses traits généraux, le relief de cette contrée a subi des dislocations de détail dues à l'éruption des roches amphiboliques. Certaines directions voisines de la direction N.-S. paraissent se rattacher à l'apparition de ces roches (1). Telle est la direction des rivages depuis Saint-Michel-en-Grève jusqu'à l'île Grande; depuis Tréguier jusqu'aux Roches Noires, etc. La direction N.-S. se retrouve dans le cours d'un grand nombre de vallées. Enfin, on l'observe, à quelques déviations près, dans les filons métallifères de Poullaouen et du Huelgoët (Finistère), de Ruebourgeois et des Boissières (Côtes-du-Nord), de Pontpéan (Ille-et-Vilaine). L'on manque de points de repère pour fixer d'une manière précise l'âge des roches amphiboliques et des filons métallifères de Bretagne. On voit qu'il faut les y placer entre les granites porphyroïdes et les terrains tertiaires moyens; mais il est difficile de trouver, dans la liste des systèmes de soulèvement compris entre ces deux époques, un système auquel on puisse les rapporter d'une manière satisfaisante, et c'est avec doute que je les ai rapprochés du système des îles de Corse et de Sardaigne. Peut-être même y a-t-il eu plusieurs époques d'éruption pour les roches amphiboliques et les filons métallifères.

Le diorite est la plus abondante des roches amphiboliques du département des Côtes-du-Nord; il est habituellement composé d'amphibole verte et de feldspath blanc. Quand l'amphibole domine, la roche a une teinte vert-noirâtre, et mérite alors le nom d'amphibolite. Le diorite contient fréquemment de la pyrite de fer (environs de Saint-Brieuc). Les diorites abondent entre Saint-Brieuc et Guingamp. La montagne isolée du Menez-Bré, qui a 3000^m de circonférence à la base et 300^m de hauteur, est formée d'un diorite riche en amphibole lamelleuse; qui surgit au milieu des granites porphyroïdes, et s'y ramifie en plusieurs filons, ce qui établit clairement sa postériorité sur cette roche. On trouve à la pointe de Pléneuf (route de Saint-Brieuc à Erquy) une roche dioritique qui agit sur la boussole. Les grèves de Saint-Quay fournissent un sable noir, brillant, magnétique, riche en acide titanique. Aux environs de Loudéac, les diorites sont décomposés et forment des masses brunes terreuses, à odeur et saveur argileuse, qu'on a employées comme pouzzolanes pour les travaux du canal de Nantes à Brest. Une masse dioritique fort remarquable

(1) Cette relation a été signalée pour la première fois par M. J. Desnoyers.

par son développement est celle qui s'étend de Gurunhuel à Lo-huec, au S. de Belle-Isle; l'origine des nombreux gîtes de minerai de fer exploités pour l'usine de Coat-an-Noz se relie à l'apparition de cette masse. En face de Lézardrieux, on trouve une belle hémithrène composée de calcaire blanc lamellaire et d'amphibole en cristaux d'un beau vert foncé.

Dans la dernière moitié du siècle précédent, il existait aux environs de Châtaudren une vaste exploitation de plomb; quelques halles de déblais et un chemin ferré de scories signalent encore aujourd'hui l'orifice des principaux puits et l'emplacement de l'usine. Les mines de Châtaudren comprenaient jusqu'à 15 filons de galène épars çà et là, soit au S. soit à l'E. de ce bourg, les uns dans le granite, les autres dans les schistes modifiés. Leur direction générale était une ligne N.-N.-O.—S.-S.-E.; les principaux étaient ceux de Ruebourgeois et des Boissières. La découverte de plusieurs de ces gîtes paraît due à une compagnie anglaise formée en 1711. On comptait, en 1784, sur l'exploitation 500 ouvriers; la production s'élevait à 2,200 quintaux anciens de plomb et à 1,100 marcs d'argent, ce qui représente une valeur de 165,000 fr. Mais les dépenses surpassaient de beaucoup les produits, et en 1790 l'exploitation fut définitivement abandonnée.

Il existe à Coat-an-Noz, près de Belle-Isle, des traces d'anciennes mines de plomb argentifère. La direction du filon, peu constante du reste, se rapprochait généralement de l'E.-N.-E., et son inclinaison était d'environ 45° vers l'E. L'existence de ce gîte était déjà connue en 1714. Il fut comme retrouvé en 1763 et exploité par la Société de Poullaouen; il était déjà abandonné à l'époque de la révolution.

La concession de Poullaouen s'étend à la fois sur le Finistère et les Côtes-du-Nord. Elle comprend dans les Côtes-du-Nord les filons de plomb argentifère de Carnoët et de Plusquellec, et le filon cuivreux de Quénécan; aucun d'eux n'est exploité aujourd'hui.

En 1834, on avait entrepris une recherche de galène à Cabrac, au S.-E. de Dinan, sur la frontière commune des Côtes-du-Nord et de l'Ille-et-Vilaine. La belle apparence des échantillons que j'ai vus à Dinan ne semble point justifier l'abandon de cette première tentative.

§ V. *Gneiss*. — Je pense que le gneiss ne constitue point une formation distincte. Cette roche est, ou un accident du granite au contact des roches stratifiées, ou une modification des schistes cambriens au contact des terrains ignés. C'est à une pareille modification que j'attribue l'origine des lambeaux de gneiss indiqués

sur la carte, au Guildo, à Belle-Isle, près de Saint-Brieuc. Au voisinage des granites amphiboliques, les gneiss sont eux-mêmes imprégnés d'amphibole.

TERRAIN DE TRANSITION.

L'étage cambrien et l'étage silurien existent dans les Côtes-du-Nord; l'étage devonien ne s'y rencontre pas.

§ 1^{er}. *Étage cambrien*. — Les couches cambriennes sont les seules que les granites aient redressées, et sont en conséquence aussi les seules qui puissent manifester la direction propre au soulèvement de ces granites; mais, indépendamment de leur premier redressement, elles ont dû subir plus ou moins l'influence des perturbations ultérieures. Si donc tout système de couches orienté E. 25° N. — O. 25° S. peut être rangé avec certitude dans l'étage cambrien, il n'est pas également vrai que tout système de couches cambriennes soit nécessairement orienté E. 25° N. — O. 25° S. Ces quelques mots suffisent pour faire entrevoir la complication de directions dont l'étage cambrien est susceptible en Bretagne.

Les schistes cambriens ont éprouvé au contact des roches granitiques des modifications profondes, auxquelles je rapporte l'origine des micaschistes qu'on trouve presque constamment entre le granite et les schistes cambriens purs. L'île Milhau, sur la côte de Lannion, présente un contact fort intéressant du granite et des schistes cambriens; on voit à mer basse, sur son rivage méridional, des blocs de granite empâter totalement des fragments de schistes de toutes formes et de toutes dimensions; les portions de schiste ainsi enclavées dans le granite sont brillantes, dures, sonores, cristallines, et manifestent tous les caractères d'une roche demi-fondue.

Les porphyres quarzifères et les roches amphiboliques ont, comme les granites, *métamorphisé* à leur contact les schistes cambriens; mais leur action a été beaucoup moins énergique que celle des granites. — Aux environs de Saint-Brieuc, les schistes cambriens présentent un double métamorphisme dû aux granites et aux roches amphiboliques. Ces schistes sont très chargés de mica, entremêlés de bancs d'un grès quarzeux très dur, avec pyrites, et abondent en amphibole, en staurotides et en tourmalines.

Les schistes cambriens, non modifiés, sont d'un noir bleuâtre, satinés, souvent talqueux. Leur partie inférieure est caractérisée par de minces assises d'un quartz bleu, qui, dans la partie N.-E. du département, se prolongent presque sans interruption vers le

S.-O., sur 15 lieues de long. L'indestructibilité de ces bancs de quartz permet de reconnaître les schistes cambriens, quand le métamorphisme voile les caractères ordinaires de ces derniers (environs de Saint-Brieuc, baie de Saint-Michel-en-Grève, etc.).

Les schistes cambriens fournissent quelques ardoises; mais ces dernières sont toujours de très mauvaise qualité. — Dans le sud du département, les schistes cambriens sont réduits en un détrit us au milieu duquel les rares débris des lits de quartz forment les seuls matériaux applicables à la construction des habitations et à l'empierrement des routes.

Si l'ardoise manque dans les schistes cambriens, cet étage contient, en revanche, des richesses assez importantes en minerais de fer. Ces minerais se trouvent au voisinage des roches ignées, soit granitiques, soit amphiboliques, et leur origine paraît se rattacher à l'éruption de ces roches. Les minières de Goarec, du Menez, de Catenoy, de Corlay, de l'Hermitage, de Coat-an-Noz, fournissent du fer oxydé hydraté, dont la richesse moyenne est de 33 p. 100. — Le gîte du Bas-Valet (près Quintin) se relie aux roches amphiboliques, si même l'amas ferrifère qu'on y exploite n'est point une variété de ces roches. Ce gîte forme un puissant amas. Le minerai qu'on en extrait est un silico-aluminate de fer, mêlé ou combiné avec de l'oxyde magnétique. Il est noir, sans éclat, à structure oolitique; il contient près de 60 p. 100 de fer. Il n'y a guère plus de vingt-cinq ans qu'on l'employait pour l'empierrement des chemins; il forme maintenant la plus riche exploitation du département.

§ II. *Étage silurien.* — L'allure de la formation silurienne est moins confuse que celle de la formation cambrienne; car, ayant été déposée postérieurement au granite à petits grains, elle a subi une perturbation de moins que la formation cambrienne, et n'a dû être disloquée que par les porphyres quarzifères, les granites porphyroïdes et les roches amphiboliques; mais si son allure est moins compliquée, sa composition est en revanche plus variée.

Le métamorphisme par les porphyres quarzifères est particulier à la bande de terrains siluriens qui court de Paimpol à Lannion. Il a été parfaitement observé et décrit par M. Dufrénoy. Ce métamorphisme consiste dans un passage graduel des schistes à des amygdaloïdes, tantôt verdâtres, tantôt brunâtres. Malgré cette altération, les parties amygdalaires ont conservé leur texture générale, ainsi que leur stratification, qui est E. 10° S. — O. 10° N. Les amygdaloïdes brunâtres sont presque toujours à cavités vides, comme une scorie volcanique. Lorsque les cavités sont remplies,

elles contiennent, soit des noyaux verdâtres plus durs que la masse, soit des noyaux siliceux.

La modification des schistes siluriens par les granites ne semble pas avoir eu la même intensité ni donné naissance aux mêmes minéraux que celle des schistes cambriens. D'une part, en effet, on passe plus vite, en quittant le granite, des strates modifiés aux strates non modifiés. De l'autre, le mica, les staurotides, les tourmalines, qui caractérisent les schistes métamorphiques de la formation cambrienne, semblent généralement remplacés par les mûcles dans ceux de la formation silurienne. L'étang des Salles est depuis longtemps célèbre par la beauté des mûcles qu'il fournit aux cabinets de minéralogie. Ces dernières se trouvent citées dans un petit traité que Roch-le-Baillif publia en 1577 sur *l'antiquité et les singularités de la Bretagne armorique*. Près de cet étang, M. Boblaye a découvert dans les schistes mûclifères des *Orthis* (spirifer) et des trilobites du genre *Calymene*. Cette découverte est très intéressante et ne peut laisser aucun doute sur la nature métamorphique des schistes à mûcles; elle ne permet plus de les ranger dans les terrains primitifs.

Quant aux roches amphiboliques, comme elles ne se sont point fait jour par masses aussi considérables, ni peut-être à une aussi haute température, que les autres roches ignées, elles n'ont imprimé aux couches siluriennes que des modifications peu profondes.

Les assises inférieures de l'étage silurien renferment de puissantes masses de poudingue et de grès. A Erquy, le schiste cambrien est recouvert par un poudingue composé de galets de quartz rose, de quartz laitieux et de quelques galets de schiste reliés par un ciment de schiste argileux rougeâtre. Les bancs de ce poudingue sont dirigés sur toute la côte E. 15° S. — O. 15° N. La mer les interrompt à l'O.; mais on les retrouve de l'autre côté de la baie de Saint-Brieuc, entre Paimpol et Pontrieux. L'on ne trouve point de poudingue dans la partie méridionale du département. La base de l'étage silurien y est formée par des quartzites ou grès à grains fins. Il existe une carrière importante de ce grès à une demi-lieue de l'usine des Salles; elle fournit les pierres d'ouvrage de tous les hauts-fourneaux de Bretagne; on en vient même chercher de la Mayenne. Le grès se montre en bancs nettement stratifiés E. 15° S. — O. 15° N., sur les bords du Blavet, près de l'abbaye de Bon-Repos. On le retrouve à Hemonstoir, dans la forêt de Convaux, près de Callac, sur les plateaux de Lanfains, aux environs de Broons, etc.

Les assises schisteuses qui font suite au grès quartzite fournissent

presque toutes les ardoises de Bretagne. Les ardoisières ont une grande importance dans le Finistère (à Châteaulin), et surtout dans Maine-et-Loire (environs d'Angers); les produits qu'elles fournissent s'exportent dans une grande partie de la France. Le département des Côtes-du-Nord est à cet égard moins bien partagé. On exploite de l'ardoise à La Roche-Derrien, entre Callac et Rostrenen, et surtout aux environs de Mur, sur la rive gauche du Blavet. La direction des schistes de Mur est E. 10° S. — O. 10° N., avec pente de 60° vers le N. Le grain de l'ardoise est beau, uni. La pierre est dure, sonore; mais le plan de clivage y manque de netteté. Dans l'E. du département, on trouve les ardoisières de Boquien, de Broons et de la Chapelle-Blanche.

Les schistes siluriens deviennent, à mesure qu'on s'élève dans l'ordre de leur superposition, de moins en moins fissiles, de moins en moins ardoisiers; puis ils prennent une texture grossière qui les rapproche de la grauwaacke. Il est donc difficile de préciser le point où le grain du schiste est assez gros et assez lâche pour constituer une grauwaacke proprement dite. L'amas calcaire de Car-travers se trouve précisément placé à ce degré, où l'indécision commence dans la dénomination des roches. Cet amas n'a que 20 ou 30 mètres d'épaisseur, et 250 mètres de long. On n'en connaît pas la profondeur. Il a été découvert au commencement du siècle dernier. Je le rapporte au *Dudley-rock* des Anglais.

La grauwaacke proprement dite forme dans les Côtes-du-Nord l'extrémité orientale d'une grande bande allongée qui, vers l'O., commence à la rade de Brest (Finistère). La grauwaacke est éminemment fossilifère dans le Finistère et s'y trouve, en certains endroits, comme pétrie de débris d'encrines, de trilobites, de spirifères, de productus, d'orthocères. Il n'en est point de même dans les Côtes-du-Nord.

TERRAIN TERTIAIRE.

§ I^{er}. *Terrain tertiaire moyen.* Les faluns de la Touraine se prolongent dans l'Ille-et-Vilaine, où l'on en observe encore d'assez nombreux lambeaux, et se terminent dans les Côtes-du-Nord par le petit dépôt isolé de Saint-Juvat (au S. de Dinan). En certains points, le falun est exploité à ciel ouvert. En d'autres points, il faut, pour l'atteindre, traverser 15 mètres de sables et de cailloux roulés.

§ II. *Terrain tertiaire supérieur.* Les sables et cailloux roulés qui recouvrent les faluns de Saint-Juvat paraissent contemporains

de ceux que j'ai eu depuis occasion d'étudier en Sologne, et représentent comme les témoins d'une vaste nappe appartenant à la partie supérieure du terrain tertiaire, et due à un grand cataclysme (système des Alpes occidentales ?) qui aurait en partie nivelé la Bretagne et la Normandie. Les lambeaux du terrain tertiaire supérieur, quoique de moins en moins étendus, de moins en moins épais à mesure qu'on avance vers l'O., n'en sont pas moins reconnaissables dans les Côtes-du-Nord, où ils recouvrent un grand nombre de petits plateaux élevés à quelques dizaines de mètres au-dessus des vallées, et évidemment supérieurs à la limite des plus grands débordements des cours d'eau actuels.

TERRAIN MODERNE.

Le terrain moderne est représenté dans les Côtes-du-Nord par quelques petits dépôts de mauvaise tourbe, par des gisements d'argile à poterie, par les restes d'une forêt sous-marine que M. Le Maout, de Saint-Brieuc, a observés dans la baie de Saint-Brieuc, non loin de la pointe du Roselier, et qui semblent attester une dépression lente des côtes de la Manche, analogue, mais en sens inverse, à l'exhaussement graduel des côtes de Suède et de Norwége, par les alluvions de quelques vallées, et enfin par les atterrissements de vases, de sables et de coquilles que la mer forme chaque jour dans un grand nombre des baies du rivage.

M. Virlet fait observer que dans les départements méridionaux, où il a eu occasion d'observer récemment les granites, c'est toujours le granite porphyroïde à gros grains qui est le plus ancien, quoiqu'il y traverse et englobe les gneiss et les schistes micacés, à Montjeu, dans la vallée de Mesvrin, aux environs de Couches (Saône-et-Loire), sur le versant oriental de la chaîne du Pilat (Loire), à Larnage et à la montagne de l'Hermitage, près Tain (Drôme), tandis qu'on voit toujours dans les mêmes localités le granite à petits grains s'injecter en filons, non seulement dans le granite porphyroïde, mais aussi dans les schistes micacés et argileux.

M. d'Archiac fait observer qu'il est assez étonnant que, dans la pratique, on ne puisse pas séparer les granites à gros grains des granites à grains fins, puisqu'ils appartiennent à

deux époques géologiques assez éloignées, entre lesquelles s'est opérée la sortie des porphyres.

M. Virlet rappelle ensuite, relativement à l'âge des porphyres, qu'il a annoncé, lors de la réunion à Chambéry, avoir trouvé des galets de porphyre au milieu des poudingues et conglomérats de la partie inférieure du terrain houiller des environs de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier, ce qui doit évidemment faire remonter l'âge de ces porphyres à une époque antérieure, et il ajoute que depuis il a encore eu occasion de constater également de nombreux débris porphyriques dans les poudingues houillers du département de l'Allier.

M. Pomel ajoute qu'on trouve également des cailloux roulés de porphyre dans le terrain houiller de Brassac (Haute-Loire).

On lit une proposition de M. Angelot, qui est renvoyée au conseil.

MM. Raulin et de Pinteville se succèdent dans la lecture du commencement d'un mémoire de M. Coquand sur les terrains stratifiés de la Toscane.

Séance du 6 janvier 1845.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Raulin, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

Le Président proclame membre de la Société :

M. JAHAN, capitaine d'génie, rue Grange-Batelière, n° 18, à Paris, présenté par MM. Le Blanc et d'Étaule.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. de Fourcy (Eugène), 1^{re} Carte géologique du Finistère (vote du conseil-général du département, session

de 1835); en 6 feuilles colombier, imprim. lithograph. de Kaepelin. Paris, 1844;

2° *Carte géologique des Côtes-du-Nord* (notice explicative); in-8°, 196 p. Paris, Carilian-Gœury, 1844.

De la part de M. Beaudouin (Jules), *Description géologique de l'arrondissement de Châtillon* (Côte-d'Or); in-8°, 1^{re} partie, 124 p. Châtillon-sur-Seine, 1844.

De la part de M. Fournet, *Aperçus sur quelques phénomènes chimiques et de cristallisation produits dans les filons* (Extr. des *Annales de la Société royale d'agriculture de Lyon*); in-8°, 35 p. Lyon, 1844.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*; t. V., 57^e et 58^e liv.

De la part de M. Lortet (P.), *Documents pour servir à la géographie physique du bassin du Rhône* (Extr. des *Annales de la Société royale d'agriculture de Lyon*); in-8°, 44 p., 5 pl., 1 tableau. Lyon, 1843.

De la part de MM. Lortet et Bravais, *Rapport à M. le maire de Lyon sur les observations recueillies par la commission hydrométrique*; in-8°, 8 p., 5 tableaux. Lyon, 1844.

De la part de M. le baron Jomard, *Notice sur la vie et les ouvrages de C.-L. Berthollet*; in-8°, 91 p. Anneci, 1844.

De la part de M. le chanoine Georges Carrel, 1° *Notice sur quelques observations météorologiques faites à Aoste en 1843* (Extr. de la *Bibliothèque universelle de Genève*, mai 1844); in-8°, 12 p., 1 tableau. Genève, 1844.

2° *Notice sur les observations météorologiques faites à Aoste en 1842* (extr. de la *Bibliothèque universelle de Genève*, février 1844); in-8°, 16 p., 1 pl. Genève, 1844.

De la part de M. J. Bonjean, 1° *Analyse chimique des eaux minérales d'Aix en Savoie*; in-8°, 288 p., 2 tableaux. Chambéry, 1838.

2° *Recherches chimiques, etc., sur les eaux de Challes en Savoie*; in-8°, 15 p. Chambéry, 1843.

De la part de M. Domenget, *Aperçu sur les eaux minérales de Challes en Savoie*; in-8°, 39 p. Chambéry, 1841.

De la part de M. Constant Despine fils, *Manuel topogra-*

phique et médical de l'étranger aux eaux d'Aix, en Savoie; in-8°, 306 p., 2 pl., 1 tableau. Anneci, 1843.

De la part de M. Socquet (J.-M.), *Essai sur les eaux minérales de la Perrière près Moutiers, en Savoie; in-8°, 315 p., 1 pl. Paris, etc., 1824.*

De la part de M. Blanchet (Rod.), *1° Aperçu de l'histoire géologique des terrains tertiaires du canton de Vaud; in-8°, 9 p. Vevey, 1843.*

2° Essai sur l'histoire naturelle des environs de Vevey; in-8°, 62 p. Vevey, 1843.

De la part de M. le chevalier Orsi, *Documents historiques sur les eaux thermales du hameau des Bains, en Tarentaise; in-8°, 67 p., 1 pl. Moutiers, 1836.*

De la part de M. Laissus (J.-A.), *Manuel des baigneurs aux eaux thermales de Brides en Savoie; in-8°, 83 p. Lyon, 1835.*

De la part de M. Favre (Alphonse), *Remarques sur les anthracites des Alpes (Extr. du t. IX des Mémoires de la Société de phys. et d'hist. natur. de Genève); in-4°, 26 p., 2 pl. Genève, 1844.*

De la part de M. le chevalier Despines, *1° Recherches sur les grêles auxquelles sont exposés les États de terre ferme de S. M. le roi de Sardaigne; in-4°, 22 p., 4 tableaux. Turin.*

2° Observations sur les grêles tombées en 1840, etc.; in-4°, 41 p. Turin, 1844.

De la part de M. Agassiz (L.) *1° Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains (Extr. de l'introduction des Recherches sur les poissons fossiles); in-4°, p. xxxiii à xlix. Neuchâtel, 1844.*

2° Monographie des poissons fossiles du Vieux grès rouge; texte, 1^{re} et 2^e livraisons; planches, 1^{re} et 2^e livraisons. Neuchâtel, 1844.

De la part de M. Jacquemont (Porphyre), *Voyage dans l'Inde, par Victor Jacquemont, pendant les années 1828 à 1832; texte et pl. 52^e à 54^e livraison.*

De la part de M. Cotta (Bernhard), *Geognostische Wanderungen (Excursions géognostiques à Meissen, etc.); in-8°, 64 p., 3 pl. Dresde et Leipsick, 1838.*

De la part de M. Catullo (T.-A.), *1° Trattato, etc. (Traité*

de la constitution géognostico-physique des terrains d'alluvion ou postdiluviens des provinces Vénitiennes); in-8°, 467 p. Padoue, 1844.

2° *Sulle caverne, etc.* (Sur les cavernes des provinces Vénitiennes); in-4°, 91 p. 9 pl. Venise, 1844.

De la part de M. Scortegagna, *Sulla formazione geologica, etc.* (Sur la formation géologique de la colline dite la Favorita, près Longino); in-8°, 25 p., 2 pl. Vérone, 1836.

De la part de MM. Villa (A. et F.-B.), *Sulla costituzione, etc.* (Sur la constitution géologique et géognostique de la Brianza et notamment sur le terrain crétacé); in-8°, 46 p., 1 carte et 2 pl. Milan, 1844.

De la part de M. Ghibellini (F.) *Compendio, etc.* (Introduction à un abrégé de géographie ancienne et moderne); in-18, 16 p. Brescia, 1844.

De la part de M. Balsamo Crivelli (J.), *Storia, etc.* (Histoire du genre Gordius); in-4°, 24 p., 1 pl. Milan, 1843.

De la part de M. le baron Jacquemond (J.), *Description historique de l'abbaye royale d'Hautecombe*; in-8°, 145 p. Chambéry, août 1843.

Comptes-rendus des séances de l'académie des sciences; 1844, 2° semestre, t. XIX, nos 25 à 27.

Annales des mines; 4° série, t. V, 3° livraison de 1844.

Bulletin de la Société de géographie; 3° série, t. II, nos 9 à 11. Septembre à novembre 1844.

Annales de la Société d'agriculture, etc., du Puy, pour 1841-1842.

Actes de la Société Helvétique des sciences naturelles; 28° session; juillet 1843.

L'Écho du Monde Savant; 1844, n° 51.

L'Institut; 1845, n° 575.

Philosophical Transactions, etc. (Transactions philosophiques de la Société royale de Londres pour l'année 1844); 2° partie. 1844.

Novorum actorum, etc. (Nouveaux actes de l'Académie des curieux de la nature); t. XX, parties 1 et 2; 1843-1844.

The Athenæum; nos 895 à 897.

The Mining Journal; nos 487 à 489.

De la part de M. Robert (Eugène), Une planche in-f° représentant la *Paléontologie de la Nouvelle-Zemble et du nord de la Russie*.

M. le marquis de Roys offre, au nom du conseil-général du département du Gard, la *Statistique du département du Gard*, par M. Hector Rivoire, publiée sous les auspices de M. le Baron de Jessaint, préfet, et de MM. les membres du conseil général; 2 vol. in-4°, avec une carte du département du Gard. Nîmes, 1842.

On lit une lettre de M. de La Roche-Pouchin, qui remercie la Société de l'avoir admis au nombre de ses membres.

Sur la proposition du Président, la Société vote des remerciements à M. Clément-Mullet, qui a bien voulu se charger de faire les tables des 14 volumes de la première série du Bulletin.

Conformément au règlement, le trésorier dépose sur le bureau l'état des finances de la Société et le projet de budget pour 1845.

Les nominations des diverses commissions pour l'année 1845, faites par le conseil, sont adoptées successivement par la Société.

Ces commissions sont composées de la manière suivante :

Commission de comptabilité, chargée de vérifier la gestion du trésorier : MM. DELAFOSSE, CLÉMENT-MULLET et WALFERDIN.

Commission des archives, chargée de vérifier la gestion de l'archiviste : MM. CH. D'ORBIGNY, DESHAYES et MARTINS.

Commission du Bulletin : MM. D'ARCHIAC, DE VERNEUIL et DE WEGMANN.

Commission des Mémoires : MM. LE BLANC, ALG. D'ORBIGNY et ANGELOT.

On procède ensuite à l'élection du président pour l'année 1845.

Avant le dépouillement du scrutin, la Société, conformément au règlement, annule six suffrages qui avaient été envoyés non cachetés.

M. ÉLIE DE BEAUMONT, ayant obtenu 96 suffrages sur 110, est élu président pour l'année 1845.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-présidents, MM. DE VERNEUIL, AL. BRONGNIART, THIRRIA et Constant PREVOST.

Secrétaires, MM. RAULIN et DE WEGMANN.

Vice-secrétaires, MM. LE BLANC et MARTINS.

Membres du conseil, MM. ANGELOT, D'ARCHIAC, ALC. D'ORBIGNY, DESHAYES, DE PINTEVILLE, DELAFOSSE et VIRLET D'Aoust.

Il résulte de ces nominations que le bureau et le conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1845.

Président.

M. ÉLIE DE BEAUMONT.

Vice-présidents.

M. DE VERNEUIL.		M. THIRRIA.
M. BRONGNIART (Al.).		M. PREVOST (Constant).

Secrétaires.

M. RAULIN.
M. DE WEGMANN.

Vice-secrétaires.

	M. LE BLANC.
	M. MARTINS.

Trésorier.

M. VIKUESNEL.

Archiviste.

	M. CLÉMENT-MULLET.
--	--------------------

Membres du Conseil.

M. DESNOYERS.		M. D'ARCHIAC DE SAINT-SIMON.
M. WALFERDIN.		M. D'ORBIGNY (Alcide).
M. le marquis DE ROYS.		M. DESHAYES.
M. D'ORBIGNY (Charles).		M. DE PINTEVILLE.
M. BONTEMPS.		M. DELAFOSSE.
M. ANGELOT.		M. VIRLET D'Aoust.

Séance du 13 janvier 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Raulin, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

La Société renvoie à l'examen du conseil une proposition de M. de Roys, relative au mode de remplacement des membres du conseil.

Sur la proposition du Président, la Société vote à l'unanimité des remerciements aux membres du bureau et du conseil pour 1844.

M. d'Archiac remercie la Société en sa qualité d'ancien président.

M. Élie de Beaumont adresse des remerciements à la Société pour l'avoir appelé à la présider pendant l'année 1845.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

TROCHEREAU, rue de Nièvre, à Nevers (Nièvre), présenté par MM. le comte de Choulot et l'abbé Landriot.

PURGOLD, secrétaire de S. A. I. et R. madame l'archiduchesse Sophie d'Autriche, à Vienne (Autriche), présenté par MM. Boué et Raulin.

M. MICHELIN est admis sur sa demande à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

De la part de M. de Tchihatcheff (Pierre), *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples*; in-8°, 285 p., 1 carte, 1 pl. Berlin, 1842.

De la part de M. le Ministre de la justice, *Journal des Savants*; décembre 1844.

De la part de MM. Lyell et Faraday, *Report, etc.* (Rapport de MM. Lyell et Faraday sur une explosion qui a eu lieu dans les mines de Haswell, et sur les moyens de pré-

venir des accidents semblables); in-8°, 20 p., 2 pl. Londres, 1844.

De la part de M. Paillette (Adrien), 1° *Ensayos quimicos, etc.* (Essais chimiques de plusieurs combustibles des Asturies); in-8°, 10 p., 2 tableaux. Oviédo, 1844.

2° *Apuntes historicos, etc.* (Aperçus historiques sur les mines des Asturies); in-8°, 4 p. Ferrones, 1844.

De la part de M. Cesare Pezza, *Saggio, etc.* (Essai d'une nouvelle théorie de l'écorce terrestre); in-12, 136 p. Turin, 1844.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1845, 1^{er} sem. T. XX, n° 1.

Mémoires de l'Académie royale de Metz; xxv^e année, 1843-1844.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 89. 1844.

L'Institut, 1845, n° 576.

The Athenæum, n° 898.

The Mining Journal, n° 490.

M. d'Archiac communique à la Société la seconde partie de ses *Études sur la formation crétacée des versants S.-O., N. et N.-O. du plateau central de la France* (1).

Dans la *première partie* de ces *Études*, M. d'Archiac avait décrit les couches de la formation crétacée qui, s'appuyant sur le versant S.-O. du plateau central, s'étendent du S.-E. au N.-O. depuis les environs de Cahors jusqu'aux îles d'Aix et d'Oléron; dans la *seconde*, il expose les caractères et la disposition de celles qui leur correspondent au N. et au N.-O. du même plateau, depuis Cosne et Sancerre sur les bords de la Loire, jusqu'à l'embouchure de la Seine. Ces couches comprennent tout ce qui, dans cet espace, est représenté par une teinte verte, sur la belle carte géologique du royaume, due aux savantes recherches de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, c'est-à-dire les dépôts qui se sont formés entre la fin de la période oolitique et la craie blanche proprement dite.

(1) La publication de la première partie avait été commencée dans les *Annales des sciences géologiques*, t. II, p. 121, 1845; mais ce recueil ayant cessé de paraître, l'impression du Mémoire a été continuée par l'auteur.

Après avoir rappelé les publications dont cette zone crayeuse a déjà été l'objet, et signalé les diverses causes qui ont fait méconnaître la véritable théorie des assises qui la composent, l'auteur jette un coup d'œil sur l'orographie et l'hydrographie de cette partie de la France, et établit les divisions suivantes dans l'ensemble des couches dont la description occupe les trois premiers chapitres de son travail.

1 ^{er} groupe de la craie blanche.	{	3 ^e étage. Craie de Blois, de Chanmont et de Vendôme.
2 ^e groupe de la craie tufau.	{	1 ^{er} Craie jaune de Touraine (tufau de la Touraine).
	{	2 ^e Craie micacée, avec ou sans silex (tufau de l'Anjou).
	{	3 ^e Psammites, glaises et marnes à ostracées.
3 ^e groupe du grès vert.	{	1 ^{er} Calcaire et macigno à trigonies, sables et grès ferrugineux.
	{	2 ^e Craie glauconieuse. psammites, sables et grès divers, argiles sableuses grises.
	{	3 ^e Sables verts et argiles vertes.
4 ^e groupe néocomien.	{	Calcaires jaunes.

Dans le quatrième chapitre, le seul dont il sera question dans cet extrait, se trouvent d'abord résumés les détails relatifs au second et au troisième groupe, qui sont les mieux développés de cette zone.

Le *groupe de grès vert*, dans tout le versant qui est au S. de la Loire, est composé de sables verts ou ferrugineux, de grès et d'argiles diverses dont le peu de constance dans les caractères et la position relative ne permet pas d'y distinguer les trois étages établis pour le N.-O. Toutes ces couches plongent faiblement au N. et au N.-E. sous la vallée de la Loire. Les puits forés dans cette vallée ont permis d'apprécier la proportion de cet abaissement, la puissance des diverses assises, beaucoup plus considérable au N. que sur la limite méridionale du bassin, enfin leur relèvement et leur amincissement à l'O. Dans le département de Maine-et-Loire, les couches crétacées reposent sur le groupe inférieur de la formation oolitique, dans celui de la Vienne sur le groupe moyen de la même formation, dans ceux de l'Indre et du Cher presque constamment sur le groupe supérieur.

La comparaison de l'allure souterraine des couches avec leur mode d'affleurement à la surface montre que, dans cette partie de

la vallée de la Loire, il existe une relation constante entre les données géologiques et les résultats positifs ou négatifs des sondages artésiens. C'est ainsi que les puits forés à Tours et aux environs devaient réussir, puisque les couches traversées étaient dans leur position normale, tandis que ceux de Saumur et de Beaufort, entrepris au contraire sur le bord de deux failles presque perpendiculaires l'une et l'autre, n'avaient aucune chance de succès.

A partir de la vallée du Loir, et remontant vers le N., les subdivisions établies dans le grès vert deviennent de plus en plus précises. Dans la partie centrale et orientale du département de la Sarthe, et particulièrement dans les collines du Mans, dans celles de St-Calais et à la montagne de Queux, entre Laferté-Bernard et Nogent-le-Rotrou, on trouve l'étage supérieur bien caractérisé. Ce sont des calcaires sableux et des *macigno* à Trigonies, puis des sables et des grès à gros grains, très ferrugineux, séparés des assises oolitiques moyennes, au N. et au N.-O. du Mans, comme à l'O. de Laffèche, par des argiles grises, sableuses, glauconieuses ou panchées du deuxième étage. Ce dernier se montre sous le précédent, avec des caractères plus prononcés, au N. du village de Lamennay; il repose sur le calcaire oolitique supérieur de Cherré et se développe vers le N. autour de Bellesme. Entre cette ville et Mortagne il est composé de psammites gris ou jaunes, de grès gris, d'argile cendrée et de calcaires marneux à points verts, reposant sur l'étage inférieur. Celui-ci est formé d'argiles et de sable vert foncé, tandis que l'étage supérieur ne constitue plus que des buttes isolées. A l'O., dans la direction d'Alençon et autour de cette ville, on ne trouve que des lambeaux peu épais de glaises sableuses vertes, de sables verts et quelquefois de marnes glauconieuses, recouvrant les divers groupes de la formation oolitique ou même le terrain de transition.

Au N. de Mortagne, tout le groupe du grès vert est réduit à quelques couches formant une bande étroite, parfois discontinue, le long d'une ride assez prononcée, dirigée O. 31° N., à E. 31° S. Depuis le bord méridional de la forêt de St-Evrault, où le grès vert atteint une altitude de 311 mètres, toutes les couches s'abaissent régulièrement vers les côtes de la Manche. Une coupe proportionnelle, de Châtellerault à Honfleur, complète l'idée déjà émise par M. Boblaye, d'un relèvement sensible des couches secondaires entre la Manche et la Loire, et dont l'axe passerait près du Mellerault avec la direction indiquée ci-dessus. Dans cette coupe, la plus grande différence entre les altitudes connues de la base du grès vert est de 441 mètres. Outre son relief, l'axe du

Mellerault présente encore cette particularité, que sur ses deux versants les couches crétacées offrent des différences très prononcées.

Sur le versant N., les sables et les argiles vertes de la base du groupe recouvrent constamment les couches oolitiques supérieures jusqu'aux falaises du Calvados. Les calcaires sableux et glauconieux du second étage acquièrent une grande épaisseur, et comme le premier étage manque complètement, ainsi que les couches à ostraécées au-dessus, la limite entre le groupe du grès vert et celui de la craie tufau n'a plus la précision qu'elle avait au S.; elle devient même en quelque sorte arbitraire par la continuité, la liaison et les passages insensibles de toutes les assises jusqu'à la craie blanche.

En étudiant la vallée du cours inférieur de la Seine, les résultats négatifs ou positifs des divers forages entrepris depuis St-André et Elbeuf jusqu'au Havre sont venus confirmer les conclusions déduites des circonstances géologiques particulières de la vallée de la Loire. Ainsi dans chaque cas, le succès ou la non-réussite s'est trouvé parfaitement d'accord avec ce que l'on pouvait prévoir de la position et de l'allure des couches traversées, ainsi que des dérangements partiels qu'elles avaient éprouvés, et qui suffisent, comme on sait, pour rendre toutes les tentatives plus ou moins infructueuses.

Passant ensuite au *second groupe*, celui de la craie tufau, M. d'Archiac en suit le développement et les modifications comme pour le précédent. Dans le département du Cher, il est composé de marnes grises glauconieuses, de calcaire blanc grisâtre, micacé, avec points verts et renfermant encore les fossiles qui les caractérisent si bien à l'E., mais qui disparaissent dans le département de l'Indre, où la craie jaune de Touraine recouvre la craie micacée. La superposition et les caractères de ces deux étages sont indiqués avec précision de Buzançais à Loches, comme de St-Aignan à Bléré; mais l'étage inférieur que signale particulièrement la présence de l'*Ostrea biauriculata* et des *Exogyra columba* et *flabelata*, n'est bien distinct que sur la limite du département de la Vienne, et dans les parties des départements d'Indre-et-Loire et de Maine-et-Loire qui y sont contiguës. L'étage moyen ou craie micacée forme des chaînes de collines dont le relief est nettement accusé au-dessus des plaines environnantes, soit des deux côtés de la vallée de la Vienne et de la Creuse, soit plus à l'O. dans les petits chaînons qui, se dirigeant par Mirebeau ou par Loudun,

suivent la rive gauche de la Vienne jusqu'à sa jonction avec la Loire.

La vallée de la Loire, depuis Mosne et Cangey, à l'E. d'Amboise, jusqu'aux environs de Candes, c'est-à-dire sur une longueur de 24 à 25 lieues, est presque entièrement ouverte dans la craie jaune de Touraine, dont l'épaisseur est de 50 à 55 mètres. A l'E. elle est surmontée par la craie à silex plus récente de Blois et de Chaumont, à l'O. et au S. elle repose partout sur la craie micacée. A la hauteur de Tours, les couches se correspondent des deux côtés de la vallée, mais à l'E. et à l'O. les dislocations sont fréquentes. L'une des plus remarquables a fait affleurer au N. la craie jaune dans les escarpements qui entourent Châteaudun, et où abondent les corps auxquels M. d'Archiac a donné le nom d'*Amphorites*. Cette craie peut se suivre jusqu'à Vendôme, où elle est recouverte par une craie à silex semblable à celle de Blois.

En descendant la vallée du Loir, la craie jaune devient de plus en plus sableuse, passe vers le bas à la craie micacée, et toutes deux diminuent sensiblement d'épaisseur à mesure qu'on approche de La Flèche. Autour de cette ville, l'étage inférieur prend au contraire un développement remarquable et des caractères particuliers. A sa base est le banc à ostracées, puis au-dessus viennent des glaises, des sables et des psammites d'un gris vert, que recouvrent le second et le troisième étage, réduits à quelques mètres d'épaisseur. Dans ces mêmes collines on voit à une distance de 8 mètres seulement, l'un au-dessus de l'autre, les deux bancs d'*Exogyra columba*, qui, dans la vallée de la Loire, sont séparés par un ensemble de couches d'environ 100 mètres. L'*Ostrea bauriculata* et l'*Exogyra flabellata* semblent appartenir exclusivement au banc inférieur du troisième étage.

Plus au N., la craie de Touraine a disparu; la craie micacée présente çà et là quelques lambeaux. L'étage inférieur est encore bien caractérisé dans les collines du Mans, mais on n'en trouve plus de trace vers Alençon, ni sur la rive droite de la Sarthe. Aux environs de St-Calais, de Vibraye, de Laferté-Bernard, etc., la craie micacée repose sans intermédiaire sur les sables et les grès ferrugineux ou sur les calcaires sableux qui en dépendent; et des trois étages du second groupe, il ne reste plus que la craie micacée, marneuse, un peu glauconieuse, occupant quelques points isolés dans le département de la Sarthe, et qui cesse tout-à-fait dans celui de l'Orne, où le groupe du grès vert atteint seul l'axe du Mellerault.

Au N. de cet axe, le second étage du grès vert est recouvert

immédiatement par une craie marneuse, micacée, un peu glauconieuse, qui s'y lie d'une manière assez intime, et dont les fossiles sont d'ailleurs peu caractérisés, excepté l'*Inoceramus mytiloides*. En s'avancant vers les bords de la Seine, le passage de cette craie à la craie blanche proprement dite n'est pas moins insensible, et la difficulté de préciser la limite de ces modifications se reproduit partout dans les escarpements qui bordent la rivière jusqu'à son embouchure, et dans les falaises qui remontent au N. du Havre vers Fécamp.

Dans la comparaison, que fait ensuite M. d'Archiac, des diverses parties du bassin crétacé du N. de la France qui se prolonge en Belgique et en Angleterre, il montre que le groupe néocomien, ou groupe inférieur de la formation, constitue seulement, depuis les environs de Bar-le-Duc jusqu'au pied des collines de Sancerre, une bande étroite, continue, dirigée N.-E. S.-O., qui marque le rivage S.-E. du golfe crétacé sur une longueur d'environ 51 lieues. Au N., à l'O. et au S. du bassin, on n'en voit aucune trace. Ce n'est qu'au-delà du détroit que M. Fitton a signalé récemment, à la base du grès vert inférieur du Kent et du Hampshire, un certain nombre d'espèces fossiles qui caractérisent en général les dépôts les moins anciens du groupe néocomien. Les couches lacustres, fluviales, torrentielles ou de mélange du groupe wealdien n'ont de représentant sur le continent que quelques traces indiquées dans le Bas-Boulonnais et dans le pays de Bray : ainsi la plus grande partie du groupe néocomien n'a pas au N. d'équivalent marin.

On a souvent invoqué le parallélisme du grès vert de l'E. du bassin avec celui des côtes d'Angleterre; mais l'analogie cesse dès que l'on passe à quelques lieues au N. de la ligne de partage dirigée N.-O. S.-E., ou mieux O. 33° N. à E. 33° S. de la pointe orientale du Bas-Boulonnais au Catelet. Ainsi, en Belgique et jusque sur les bords du Rhin, comme l'auteur s'est attaché à le démontrer dans un mémoire précédent, rien ne représente le troisième groupe. La limite du grès vert paraît se trouver à 7 ou 8 lieues au N. de la ligne de partage, et s'étendre parallèlement à cette ligne de Landrecies et Lillers au cap Blanc-Nez.

Au S. est une seconde ligne de partage parallèle à la précédente, et qui s'étend du Mellerault jusqu'à St-Amand sur la limite des départements de l'Yonne et de la Nièvre. Cette ligne n'est que le prolongement S.-E. de l'axe anticlinal du Mellerault, et dont on peut encore suivre les traces au N.-O., ou mieux à l'O. 31° N. à travers les départements du Calvados et de la Manche, jusque sur les côtes au N. de Barneville. Au S. et à l'O. de cet axe

on trouve à la vérité l'équivalent du troisième groupe qui manque dans la Belgique ; mais il y présente des différences essentielles dans les caractères pétrographiques et zoologiques, comparés à ceux des couches contemporaines de la partie E. et N. du bassin en France, et de la partie N.-O. en Angleterre. Vers l'extrémité S.-E. de la ligne de partage, ces différences sont graduelles comme on pourrait l'attendre de l'ancienne existence sur ce point d'un large canal ou détroit, et elles ne sont réellement complètes que lorsqu'on met en parallèle les rivages opposés du Perche, du Maine, de l'Anjou et de la Touraine avec ceux des Ardennes, de la Champagne et de la Bourgogne. L'épaisseur du groupe sur ces divers points est aussi dans le même rapport, c'est-à-dire qu'elle est la plus grande sur les rivages opposés de l'E. et de l'O., et qu'elle est la moindre au S.

Si l'on prolonge au N.-O. la ligne de partage de l'Artois et celle du Mellerault, la première, en s'inclinant à l'O., suit l'axe de la vallée de Weald, dont la continuation sépare le bassin tertiaire de Londres de celui de Hamsphire, et la seconde va coïncider avec le rivage crétacé le plus occidental du Devonshire. Au S.-E., la zone du groupe néocomien se trouve comprise entre les extrémités de ces deux mêmes lignes prolongées, comme, en Angleterre, le groupe wealdien ne dépasse pas non plus leurs prolongements directs.

Dans le groupe de la craie tufau, des trois étages de l'O., le premier et le troisième manquent complètement à l'E., le second seul y est représenté par un ensemble de couches réunies sous le nom de craie tufau, et caractérisées par les mêmes fossiles que la craie glauconieuse de Rouen, que la craie marneuse de Wisant, que celle enfin qui leur correspond dans les comtés du S. et du S.-E. de l'Angleterre. C'est entre Sancerre et Vierzon, c'est-à-dire quelques lieues plus à l'O. que le groupe néocomien, que cessent les caractères zoologiques les plus tranchés de la craie tufau de l'E. et du N. de la France. A mesure qu'on s'avance vers l'O., d'autres corps organisés viennent caractériser les couches du même âge, et ceux de l'E. qui s'y rencontrent encore, au lieu de se trouver à un niveau constant, sont disséminés dans diverses assises, et plusieurs même vivaient déjà à l'époque du grès vert de ce côté de la ligne du Mellerault.

Les couches crayeuses et sableuses inférieures à la craie blanche, dans la Belgique et aux environs d'Aix-la-Chapelle, appartiennent à ce second groupe, et leur rivage méridional est en partie marqué par le poudingue appelé *tourtia*. Ce poudingue, dont la

relation avec le troisième groupe n'est pas d'ailleurs bien connue repose sur les terrains anciens de Maubeuge à Lille et au-delà, parallèlement à la ligne de l'Artois.

La puissance totale des trois étages de l'O. correspond à celle de la craie tufau de l'E. et la dépasse même sur plusieurs points, surtout dans la partie qu'occupe aujourd'hui la vallée de la Loire et jusqu'à 12 ou 15 lieues vers le S. La largeur de la zone formée à l'E. par le second et le troisième groupe réunis, est beaucoup plus étroite qu'à l'O. et au S., circonstance due à l'inclinaison des couches, qui est plus prononcée dans la première direction que dans les deux autres.

En séparant de la craie de Touraine, la craie de Blois, de Chaumont et celle de la partie supérieure des escarpements de Vendôme, l'auteur a voulu seulement indiquer les différences tranchées que présentent ces deux étages, sans prétendre qu'ils ne puissent être rapportés au même groupe, la relation de la craie de Blois avec la craie blanche lui étant encore inconnue; mais ce qui paraît certain, c'est que cette dernière, comme l'indique la carte géologique de France, ne s'étend pas à l'O. de l'axe du Mellerault.

La craie blanche, dont la plus grande épaisseur se trouve au-dessous de la vallée de la Seine, se prolonge au contraire en Belgique jusqu'à Maestricht et dans toute la partie orientale de l'Angleterre; mais on doit remarquer que sa puissance est encore très faible, précisément sur la frontière du département du Nord, laquelle coïncide à très peu près avec les anciens rivages du second et du troisième groupe. Enfin la craie supérieure de Belgique est pour ainsi dire reléguée au N. de la ligne de partage de l'Artois et même de l'ancien rivage du second groupe, et s'il en existe quelques traces au S., c'est vers le milieu du bassin occupé par la craie blanche qu'il faut les chercher, et où elles présentent des caractères si différents de ceux des couches du N. qu'on a pu hésiter longtemps à les regarder comme contemporaines.

M. d'Archiac, appliquant ensuite ce mode de recherche aux couches tertiaires qui dans ce même espace ont succédé aux dépôts secondaires, fait voir que les assises tertiaires inférieures du N. de la France dont les groupes s'échelonnent du N. au S., viennent s'appuyer au pied du versant N. de la ligne du Mellerault qu'elles ne dépassent pas. La ligne de partage des eaux de l'Artois et de la Flandre sépare de même le bassin tertiaire de la Belgique de celui de la Seine, comme on a vu le prolongement de

l'axe de la vallée de Weald séparer le bassin de Londres de celui de l'île de Wight.

Quoique l'ouverture du canal de la Manche soit sans doute très récente, le relèvement des couches des deux côtés du détroit vers les côtes actuelles permet de penser qu'à partir de l'époque des lignites, dont les dépôts sont si parfaitement semblables depuis la Champagne jusque dans le Berkshire, il existait, à l'endroit même du détroit, un bombement sous-marin dirigé N.-E. S.-O., comme le rivage S.-E. du golfe crétacé parallèle lui-même au système de la Côte-d'Or. Ce bombement donna lieu aux différences qu'on observe entre les dépôts tertiaires d'Angleterre, d'une part, et ceux du N. de la France et de la Belgique, de l'autre. Il devait peu s'étendre au N. de Calais, et la séparation des bassins de Londres et de Bruxelles, malgré l'incertitude que peuvent laisser les caractères orographiques du sol actuel, avait probablement lieu suivant une ligne tirée des environs de Calais vers Malines, passant un peu au-dessus de Gand, et laissant ainsi au N. les couches du London-clay et du crag de la province d'Anvers.

Pendant l'époque tertiaire, non plus que pendant la période crayeuse, ces diverses parties du grand bassin n'étaient pas toutes complètement isolées les unes des autres, et ces lignes de partage, sans être tout-à-fait émergées, pouvaient se trouver cependant sous une si faible profondeur d'eau que les animaux qui vivaient et les sédiments qui se déposaient fussent, de part et d'autre de ces digues ou banquettes sous-marines, dans des conditions physiques assez variées pour rendre compte des différences que présentent aujourd'hui des fossiles et des roches du même âge.

Lorsque le terrain tertiaire moyen commença à se déposer, la ligne du Mellerault, cessant de manifester son influence, permit aux poudingues, aux sables et aux grès marins supérieurs, ainsi qu'aux marnes et aux calcaires lacustres qui leur ont succédé, de s'étendre librement depuis le nord de la France jusqu'au pied du plateau central, et des plaines de la Champagne jusqu'aux terrains anciens de la Bretagne. Mais si, conformément à l'opinion de MM. Desnoyers et Lyell, on doit regarder les faluns coquilliers de la Bretagne, ceux de la vallée de la Loire, et peut-être aussi les sables de la Sologne qui s'y rattachent, comme parallèles au crag d'Angleterre et de Belgique, les différences organiques si considérables qu'on observe entre les premiers de ces dépôts et les seconds se coordonnent encore à la ligne du Mellerault, dont le prolongement est indiqué au N.-O. par une ligne de partage qui s'étend de St-Patrice-le-Clay à St-Pierre-des-Moitiers. Les coquilles trouvées

dans le Cotentin et si parfaitement identiques à celles du crag rouge du Suffolk, se rencontrent précisément dans des couches adossées au pied N. de cette ancienne barrière. Elles ont pu être ainsi en relation directe avec la mer du crag, et séparées au contraire de celle des faluns qui ne dépassait pas non plus le prolongement S.-E. de cette ligne. On remarquera encore que ces coquilles du crag du Cotentin se trouvent aussi au N.-O. de l'axe du bombement, qu'on a supposé exister pendant la période tertiaire à la place du canal de la Manche, et en-deçà duquel il n'y a aucune trace du crag ni d'autres dépôts de cet âge.

« Nous sommes donc arrivé à reconnaître, dit M. d'Archiac, » une certaine corrélation entre les caractères orographiques et » hydrographiques du sol actuel, et les différences organiques et » inorganiques des dépôts qui se sont succédé depuis la fin de la » période oolitique jusqu'à l'époque du grès de Fontainebleau et » même au-delà. Cette coordination à deux lignes parallèles de » la plupart des changements qui se sont produits ne peut être le » résultat du hasard ou de causes fortuites, qui n'influent jamais » avec cette permanence ni avec cette espèce de symétrie, et ces » lignes doivent traduire encore pour nous l'orographie du sol » immergé pendant ce laps de temps. Mais ce qui n'est pas moins » digne de remarque, c'est que cette disposition du sol sous-marin » n'ait pas été plus influencée elle-même dans ses effets immédiats par les grands bouleversements que nous savons être survenus, pendant cette longue période, dans une partie peu éloignée de l'Europe occidentale et dont ils ont si puissamment modifié le relief. Ces bouleversements ont sans doute occasionné des changements généraux dans les sédiments et les êtres organisés des formations et des principaux groupes; mais les modifications locales des étages sont presque toujours restées subordonnées aux lignes que nous avons indiquées. »

Passant à l'explication des faits qu'il a énumérés dans son mémoire, l'auteur s'attache à démontrer, sans toutefois donner à son hypothèse une valeur absolue, que ces faits peuvent résulter de certaines combinaisons dans les mouvements oscillatoires du sol immergé ou émergé, mouvements en rapport avec les différences organiques et inorganiques des couches. La profondeur relative des eaux dans les diverses parties du bassin à tel ou tel moment donné, a été également en rapport avec ces différences. Il applique successivement ce point de vue théorique à chacune des principales époques qu'il a décrites, faisant voir en outre que l'influence de l'axe du Mellerault ne commence pas seulement

avec la période crayeuse, mais s'est manifestée pendant toute la formation oolitique et remonte probablement jusqu'à celle du trias.

L'hypothèse des mouvements oscillatoires du sol avant, pendant et après les sédiments crétacés, lui semble encore confirmée par la comparaison des altitudes du grès vert sur le pourtour du bassin, et de laquelle il résulte que, si ces couches n'avaient pas éprouvé de dérangement depuis leur formation, les sables verts et les argiles, d'où viennent les eaux du puits de Grenelle, se seraient déposés sous une nappe d'eau de plus de 869 mètres d'épaisseur, et la craie, ou mieux le premier et le second groupe, sous une nappe de plus de 731 mètres. D'un côté, le peu de probabilité d'une cavité aussi profonde dans un espace aussi restreint, et entouré de couches régulières comme le sont celles de la formation oolitique; et de l'autre la supposition du relèvement en masse de la partie E. et N.-E. du bassin, tandis que les rivages du S. et de l'O. sont restés dans leur position première, se trouvent encore appuyés par cette observation, que s'il en avait été autrement, non seulement le grès vert, mais encore une grande partie de la craie, auraient recouvert une portion considérable des terrains anciens de la Bretagne et de la Vendée, et se seraient étendus jusqu'aux pentes granitiques du centre de la France. Cette dernière considération s'applique également au terrain tertiaire inférieur, qui ne dépasse point l'axe du Mellerault, et qui, d'après son altitude dans la Champagne et la Picardie, aurait dû couvrir aussi tous les plateaux situés à l'O. et au S. de cet axe.

« Tous ces faits joints aux dislocations locales et aux soulèvements plus apparents indiqués dans le cours du mémoire, prouvent assez, dit en terminant M. d'Archiac, que la partie de la France dont nous nous sommes occupé, sans présenter de ces grandes rides qui appellent le regard et frappent l'imagination, n'en a pas moins été soumise à des mouvements fréquents dont nous pouvons retrouver les traces et les effets dans l'hydrographie superficielle et souterraine et dans l'orographie du sol, aussi bien que dans les caractères stratigraphiques, pétrographiques et zoologiques des formations sédimentaires. Nous voyons enfin que si l'étude de la direction et de la composition des grandes chaînes qui sillonnent la surface du globe, a conduit M. Élie de Beaumont à la connaissance des phénomènes généraux qui s'y sont produits, l'examen comparatif et détaillé des petits accidents du sol pourra peut-être nous expliquer les ano-

» malies apparentes qu'on rencontre à chaque pas dans le domaine
» de la géologie descriptive. »

Dans un appendice placé à la fin de son travail, l'auteur a encore traité du parallèle des zones crayeuses du S.-O. et du N.-O., auquel il a ajouté quelques observations sur la partie occidentale du département de la Vendée, et des notes relatives à la première de ces Études (1).

M. de Roys fait observer que M. Fitton a trouvé dans l'île de Wight la *Perna Mulleti*, caractéristique du terrain néocomien inférieur.

M. Élie de Beaumont fait plusieurs questions auxquelles M. d'Archiac répond par la lecture de différents passages de son mémoire. Il insiste particulièrement sur la craie à silex et à spongiaires siliceux de Blois, de Châteaudun et de Vendôme, qu'il croit devoir ranger dans le terrain crétacé inférieur, parce qu'elle a la plus grande analogie avec les couches à silex et à polypiers qui se trouvent à Rouen, immédiatement au-dessous de la couche à *Turrilites* de la montagne Ste-Catherine.

M. d'Archiac répond que la craie de Blois est bien distincte par ses caractères minéralogiques de la craie jaune de Touraine sur laquelle elle repose ; qu'il l'a rangée dans le groupe de la craie blanche, mais qu'il ne verrait aucun inconvénient à ce qu'on la rapportât à la partie supérieure de la craie chloritée. Il croit que cette craie de Blois et de Vendôme serait supérieure à la couche à *Turrilites*, si celle-ci existait dans ces contrées, et il fonde son opinion sur ce que le niveau de la couche de Rouen, qui existe dans l'Est du bassin de Paris, se prolonge dans le département du Cher, et que la continuation de cette couche passe évidemment sous la craie jaune, laquelle est inférieure à la craie de Blois et de Vendôme.

M. de Beaumont fait encore les remarques suivantes : Au N. d'Argentan il y a une bande de terrain de transition qui vient atteindre l'axe de bombement du Mellerault. Les limites

(1) Le travail de M. d'Archiac sera publié dans la première partie du t. II des Mémoires de la Société.

de l'étage jurassique supérieur ne diffèrent pas beaucoup de celles du terrain néocomien, qui s'est déposé dans une dépression allongée suivant le grand axe du bassin jurassique qui s'étendait par-delà le Jura avant le soulèvement perpendiculaire de la Côte-d'Or. Pendant le dépôt des terrains crétacés, il paraîtrait y avoir eu un affaissement graduel du sol, qui aurait produit l'extension successive de la mer crétacée. Le pays de Bray, qui a une direction N.-O. S.-E. parallèle à celle du Thuringerwald, est dû à deux relèvements, celui de la bordure septentrionale qui n'a pas affecté la craie blanche et qui est contemporain du soulèvement du Mont-Viso, et celui d'une partie de la bordure méridionale qui est parallèle à la direction des Pyrénées et de l'âge de cette chaîne; deux autres causes se sont mêmes jointes aux premières, suivant M. Élie de Beaumont, pour donner au pays de Bray la forme qu'il présente. L'une est le soulèvement de la chaîne principale des Alpes, et l'autre la dénudation due aux phénomènes erratiques alpins. Les vallées de la Canche, de l'Authie, de la Somme, de la Brêle et de la Béthune sont des érosions diluviennes indépendantes de la direction des bassins crétacés malgré la coïncidence de directions. Enfin le prolongement du terrain miocène qui pénètre fort avant dans le plateau central, a sa cause dans le soulèvement N.-S. des îles de Corse et de Sardaigne.

M. Paillette présente une coupe manuscrite de la côte de Bénisalem, dans l'île de Majorque, faite par M. Bouvy de Schomenberg, qui s'occupe de la carte géologique de cette île ainsi que de celle de la Catalogne. Cette coupe montre l'intercalation de marnes noires, avec *Lymnæa*, *Paludina*, et deux couches de lignite exploité, dans un système de couches de calcaire compacte avec *Belemnites*, *Ammonites*, etc., du terrain crétacé. C'est un fait analogue à celui qui a été observé par M. Dufrénoy à Hernani, à l'extrémité occidentale des Pyrénées. Le tout est recouvert, comme dans la chaîne des Pyrénées, par des alternances de poudingues calcaires marneux avec traces de Nummulites. M. Paillette ajoute que le terrain crétacé se poursuit avec les mêmes caractères depuis les Pyrénées jusqu'en Galice, et même à Oporto.

Le Secrétaire achève la lecture du mémoire suivant de M. Coquand :

Sur les terrains stratifiés de la Toscane.

Introduction.

A mesure que les observations géologiques se multiplient sur le sol toscan, on parvient à y reconnaître successivement la série presque complète des terrains stratifiés, telle du moins qu'on a pu la constater dans les montagnes principales du reste de l'Europe. Lorsqu'en 1833 M. Savi (1) publiait ses coupes des Alpes Apuennines et de l'île d'Elbe, il n'admettait guère qu'un terrain unique, le terrain crétacé, dont la partie inférieure, convertie, par l'effet des agents plutoniques, en gneiss ou en stéaschiste, constituait ce qu'il a appelé son terrain de *Verrucano*, regardé avec raison comme le plus ancien de l'Italie méridionale, et par conséquent comme la base de toutes les autres formations sédimentaires. A cette opinion hardie, émise à une époque où la théorie du métamorphisme était à peine connue, se rallia un géologue célèbre, M. Hoffmann, qui voyait dans le gneiss de Capoliveri (île d'Elbe) un macigno modifié plutôt qu'un terrain particulier et indépendant. Depuis, grâce aux fossiles recueillis sur divers points, au golfe de la Spezzia, à Caldana, à Monte-Calvi, à la Pania di Corfino, à Montieri, à Sasso-Rosso en Garfagnana et ailleurs, on a pu détacher de la craie une série de couches assez puissantes représentant la formation oolitique et même le lias (2). Enfin, tout récemment, M. de Collegno, dans son mémoire sur les terrains stratifiés des Alpes Lombardes (3) a saisi avec beaucoup de bonheur, suivant moi, dans le calcaire rouge de briques à Ammonites qui s'observe sur plusieurs points de la Toscane et de la Romagne, et que l'on suit jusqu'au lac de Côme toujours dans la même position, un horizon géologique qui permet de fixer avec plus d'exactitude l'âge des roches sédimentaires de cette partie de l'Italie. Ce même calcaire rouge, qui est aussi très développé dans les environs de Campiglia (Maremmes Toscane) et dans ceux d'un autre Campiglia du golfe de la Spezzia, se présente dans ces deux localités avec des caractères si uniformes de gisement et de composition minéralogique,

(1) *Nuovo giornale de Letterati*, n. 70 et 71, Pisa.

(2) *Sopra i carboni fossili*, Savi, p. 70 bis. — Studer, *Bull. Soc. géol. de France*, t. XII, p. 281.

(3) Collegno, *id.* 2^e série, t. 1, p. 179 et 207.

que je l'avais choisi à mon tour comme point de repère pour séparer et distinguer les unes des autres les diverses formations stratifiées qui se montrent dans le groupe montagneux de Monte-Calvi, que l'on peut regarder comme le point culminant du promontoire de Piombino. A la Spezzia, la position de ce calcaire ne saurait être douteuse; il représente le lias inférieur, ainsi que nous aurons occasion de le démontrer plus tard. Dans le Campigliese Toscan, les fossiles trouvés sont aussi ceux du lias inférieur, et de plus, comme dans le vallon du Tempérino, ce calcaire repose directement sur le marbre blanc, le même que celui qui est exploité à Carrare et dans le Serravezzano, mais en discordance de stratification incontestable. Nous déduirons de ce fait important l'impossibilité d'introduire les calcaires saccharoïdes des Alpes Apuennes dans la formation jurassique, impossibilité qui découle, non seulement de leur position, mais encore des circonstances paléontologiques. Dès lors, on ne saurait considérer comme rigoureuses les conclusions de M. de Collegno relativement à la classification des terrains stratifiés de la Toscane, dont la partie inférieure, suivant l'opinion de ce savant, ne dépasserait pas les limites de la formation jurassique. Nous pensons avoir recueilli des matériaux assez nombreux, assez concluants pour prouver à la fois que les marbres des Alpes Apuennes et de quelques chaînes de la péninsule italienne appartiennent à une époque géologique reculée; que les schistes cristallins désignés et décrits sous le nom de *Verrucano*, que la plupart des géologues ont considérés comme de la craie ou du terrain jurassique métamorphique, sont à leur tour entièrement distincts des marbres blancs, et représentent, dans la série générale des couches de la terre, leurs parallèles des Pyrénées, du Var, de la Vendée, de la Bretagne, en un mot, les terrains connus sous la dénomination ancienne de *terrains primitifs stratifiés* et de *terrain de transition*.

Je ne me dissimule pas la défiance que soulèvera cet écrit, qui contraste avec presque tous ceux qui ont été publiés jusqu'à ce jour sur l'Italie; mais je dois avouer à mon tour, tout en rendant justice aux efforts et aux lumières des géologues qui m'ont devancé, que les erreurs dans lesquelles on est tombé proviennent de la difficulté de séparer nettement les diverses formations de cette contrée à cause du petit nombre de corps organisés fossiles qu'on a recueillis, ou de la fausse application que l'on a faite des caractères paléontologiques. Une autre cause d'erreur provient aussi du peu de valeur que l'on a accordée aux discordances de stratification, ainsi qu'aux différences minéralogiques qui leur correspondent. Eblouis par la théorie séduisante du métamorphisme,

les auteurs en ont outré les effets au point de confondre et d'englober dans une seule et même formation quatre formations géologiques distinctes. Ce n'est point seulement de la craie que nous trouverons en Toscane, nous y verrons encore les schistes cristallins, les terrains silurien, jurassique et tertiaire; et si à ceux-ci nous ajoutons le trias du Vicentin et le terrain néocomien de la Calabre, on verra que l'Italie présente une série aussi complète que celle que l'on a reconnue sur le continent français.

Après les excellents mémoires publiés par le professeur Savi sur la constitution géologique du sol de la Toscane, il serait fastidieux autant qu'inutile de se livrer à une description minutieuse des caractères minéralogiques des roches dont nous aurons à parler. Esquisser à grands traits leur physionomie générale et indiquer leurs rapports réciproques de position, tel est le but que nous nous sommes proposé en écrivant ce mémoire. Nous renvoyons donc pour les particularités aux travaux de MM. Savi, de Collegno, Studer et Pareto.

§ 1^{er}. *Formation des schistes cristallins et de la grauwacke.*

Les terrains les plus anciens de la Toscane (*Verrucano* des géologues italiens) sont essentiellement composés de gneiss, de mica-schiste, de stéaschiste, de phyllade, de cipolin, de conglomérats quarzeux, de quartzite et de grauwacke.

Le gneiss occupe principalement la base du système, ainsi qu'on peut l'observer sur quelques points de l'île d'Elbe, dans le voisinage de Porto-Longone, où il est traversé par des filons remarquables de granite blanc, dans le cirque du Monte-Altissimo et des montagnes qui en dépendent, et, d'après M. Savi, dans la vallée du Frigido, sous Cageggi (Alpes Apuennes). Dans cette dernière localité, le gneiss, qui passe graduellement au stéaschiste, présente un feldspath parfaitement cristallisé, à cassure miroitante, mélangé avec du quartz hyalin et avec du talc blanchâtre.

Au gneiss succède le micaschiste, et surtout le stéaschiste, que l'on peut regarder comme la roche qui constitue à elle seule la presque totalité des terrains anciens des Alpes Apuennes, des montagnes Pisanes, de la partie méridionale de l'île d'Elbe et de quelques autres points de la Toscane.

Ses caractères sont assez uniformes et n'offrent guère de différences que par rapport à la quantité de quartz qu'il renferme. Celui-ci est tantôt disséminé avec assez de constance dans la masse, et constitue alors, avec un talc verdâtre entrelacé, une roche d'une

ténacité extrême, exploitée à Rosina (vallée de la Vezza), comme pierre réfractaire, pour les hauts-fourneaux de Cécina et de Folonica. Tantôt, au contraire, il paraît s'isoler en nodules quarzeux, à cassure vitreuse (Altissimo), ou sous forme de cristaux imparfaits, comme dans certains porphyres quarzifères. A Ripa, dans le voisinage des mines de cinabre, le talcschiste prend un aspect plus cristallin et nacré, et passe à un micaschiste blanchâtre, à feuillets excessivement minces, qui, sous le choc du marteau, se dispersent en poussière argentée. Il renferme de plus, et en assez grande abondance, un minéral brunâtre, cristallisé en longs prismes rhomboïdaux, modifiés par une facette sur les arêtes latérales aiguës, que je crois appartenir à la *staurotide*. J'y ai recherché vainement le grenat, qui accompagne presque constamment cette substance dans les micaschistes du département du Var et dans ceux du Saint-Gothard, bien que, dans les Pyrénées, j'aie rencontré aussi la *staurotide* seule et dans les mêmes conditions qu'à Ripa.

Aux stéaschistes, et par des gradations insensibles, succèdent les phyllades satinées, avec filons noduleux de quartz parallèles au sens de la stratification, et des schistes argileux plus communs passant à leur tour à des quarzites fins, à des schistes grauwackiliens, à la grauwacke avec particules de mica disséminées uniformément dans la masse, enfin aux anagénites et aux conglomérats quarzeux. Ces diverses roches admettent à divers niveaux des couches subordonnées, quelquefois très puissantes, de cipolins glanduleux donnant souvent naissance à des marbres de couleur, remarquables par la variété et l'éclat de leurs teintes. Entre Porto-Longone et Porto-Ferraio, sur le monticule qui est séparé du vallon de Vardana, près la ferme de ce nom, par la route qui met ces deux villes en communication, et vers le golfe de Procchio, sur le chemin qui conduit à Campo, le cipolin se montre en grandes masses alternant avec un schiste argileux très dur, violâtre, dans lesquelles le mica est remplacé par de la grammatite blanche qui s'épanouit dans le joint des couches en rosaces radiales, à reflets nacrés. Elles contiennent de plus des grenats irrégulièrement jetés dans la masse, à laquelle ils donnent une apparence porphyroïde, ou bien, sur quelques points, ils deviennent tellement envahissants, qu'ils chassent le calcaire, et constituent alors une roche de grenat qui me rappelait les roches de même nature que j'avais découvertes dans les terrains primitifs de Collobrières, dans le Var, où les cipolins et les grenats se montrent dans des conditions analogues de gisement. C'est à tort que

M. Savi (1) rapporte les cipolins à grammatite du Posto de Cavoli, sur le flanc méridional de Marciana, au calcaire du macigno, que le granite aurait converti en marbre salin (2). Comme ceux de Vardana, ils font partie des schistes cristallins. Nous démontrerons incessamment que le *verrucano* constitue un terrain particulier et indépendant qui a reçu après son soulèvement les formations postérieures dont il se détache nettement, et par sa composition minéralogique, et par des discordances de stratification. C'est encore à lui qu'il faut rapporter le gisement des ci-

(1) *Nuovo giornale de Letterati*, n. 70, p. 54.

(2) Aucune contrée ne fournit des exemples d'injections de roches ignées, au milieu des terrains stratifiés, aussi nombreux et aussi instructifs que l'île d'Elbe. A la rade de l'Enfola on voit les porphyres quarzifères traverser dans tous les sens l'*alberese*, l'empâter même sans que ce calcaire ait subi la moindre altération dans sa couleur et dans sa texture. Le même phénomène se reproduit à Capoliveri, à Rocca Tederighi et dans la vallée del Giardino; aux environs de Campiglia, une eurite granitoïde très feldspathique et très quarzifère (trachyte de M. Savi) déborde sur le même *alberese*, sans qu'on puisse apercevoir, vers les points de contact, le moindre changement. A la Pilla, sous San-Pietro-di-Campo, mon marteau a mis à découvert un fragment de macigno, entièrement enchâssé dans un porphyre granitoïde, qui avait conservé intacts tous ses caractères originaux. J'ai eu dernièrement occasion d'examiner, dans les Apennins Bolognais, des dykes, des amas de serpentine au milieu des *albereses* qui n'avaient éprouvé aucun effet d'un pareil voisinage. J'ai même en ma possession des échantillons de *Gabbro-rosso*, soudé avec le calcaire, crétacé dans lesquels chacune de ces roches présente le cachet minéralogique qui lui est propre.

Je suis bien éloigné de vouloir opposer l'autorité de ces faits, que j'aurais pu multiplier à l'infini, à la théorie du métamorphisme, dont je suis moi-même un des plus zélés partisans, comme pouvant la renverser. Je suis seulement amené à en conclure que c'est plutôt dans la manifestation d'un phénomène général qu'on doit rechercher l'origine des changements survenus dans les grandes masses, que dans la présence, vers le voisinage des terrains métamorphiques, de tel ou tel produit igné, qui, le plus souvent, est fort innocent des actes de violence qu'on lui attribue. Ainsi, il est assez étonnant de ne trouver aucune roche d'éruption dans les Alpes Apennines, où l'existence des schistes cristallins, des cipolins et des marbres blancs, atteste l'énergie d'une cause modifiante, tandis que dans l'île d'Elbe, où foisonnent les roches éruptives, on n'observe aucun changement dans les terrains sédimentaires traversés.

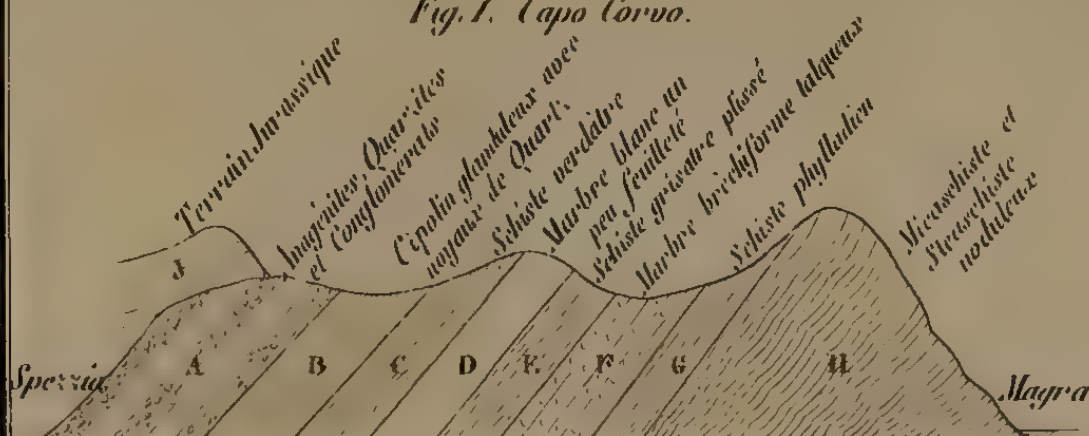
polins de la Tour-de-Rio , remarquables par les beaux filons d'ilvaïte radiée et d'amphibole verte qui les traversent , ainsi que celui de la base du mont de la Brugiana, signalé par M. Savi.

En se dirigeant de la Tour-de-Rio vers le point de la côte où le grand amas de fer oligiste exploité montre ses racines, le *verrucano* passe insensiblement, ainsi qu'on peut le remarquer au Capo Calamita, au *schiste amphiboleux*, et celui-ci à son tour se convertit en un *schiste ophiolitique* composé d'écailles à surfaces recouvertes de stéatite verdâtre, qui, sous le rapport de la disposition et de la composition, ne diffèrent en rien des schistes ophiolitiques si répandus dans le Cap-Corse, principalement dans la commune de Centuri.

Le haut de la formation, vers le village de Livigliani, est occupé par un schiste carburé qui succède aux phyllades, et dont l'aspect rappelle exactement les schistes alumineux et les ampélites des vallées de la Pique et du Larboust dans les Pyrénées; j'ai même cru y apercevoir, comme dans les environs de Bagnères-de-Luchon, la variété de macle cruciforme; mais la décomposition profonde que produit dans ces schistes la présence continue de l'eau ne m'a pas permis d'en conserver un échantillon de forme bien déterminée. En face de ce village, mais de l'autre côté de la Vezza, dans le lit même du torrent qui descend des gorges de Stazzemma, on marche d'abord sur des stéaschistes satinés qui, un peu au-dessous des fameuses carrières ouvertes dans la brèche dite *Mischio-di-Serravezza* sur lesquelles M. Savi a écrit un fort bon mémoire, sont recouverts par une véritable grau-wacke noire à grains très fins, parsemée de particules brillantes de mica, et dont le facies présente des caractères extérieurs si frappants avec le grès *macigno* (grès vert) des autres contrées de la Toscane, qu'on l'a confondue avec ce dernier, et que dès lors on s'est cru autorisé à proclamer des mélanges, des alternances de gneiss, de stéaschistes, de marbres, de grès et de calcaires compactes. Cette grau-wacke, quoique recouverte par toute la formation des calcaires blancs et supportée par celle des schistes cristallins, n'a plus été qu'un macigno non modifié, respecté par les causes plutoniques qui ont étendu leur énergie en dessus et en dessous; et comme à Stazzemma les marbres lui sont directement superposés, ceux-ci ont été rajeunis sans respect pour les vrais macignos qui, recouvrant transgressivement ces mêmes marbres vers les extrémités de la chaîne, se trouvaient violemment introduits dans une famille qui n'était pas la leur, et dont la nature les a



Fig. 1. Capo Corvo.



Mémoire sur les terrains stratifiés
de la Toscane par
M. Coquand.

Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

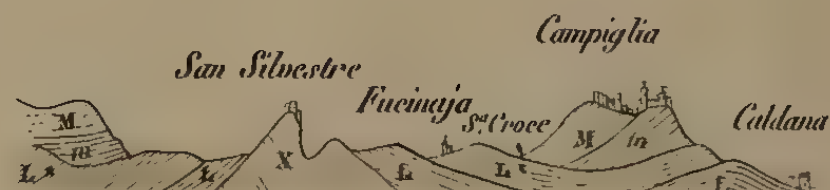
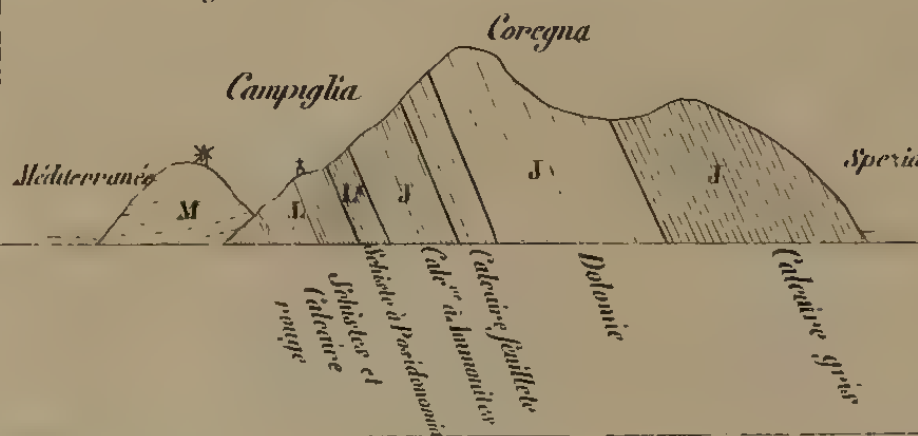


Fig. 8.



Fig. 9.



Légende générale
pour toutes les Coupes

- A Conglomerats
- BaH Cipolin, Micaschistes, Verrucos
- J^s Calcaire Jurassique
- L^s Lias supérieur
- L Lias inférieur
- M Macigno
- m Alberese
- X Marbre blanc

réellement séparés par la formation entière des calcaires saccharoïdes et par la formation jurassique, ainsi que nous espérons le démontrer bientôt (1).

Les conglomérats qui couronnent le terrain des schistes cristallins, comme on a lieu de l'observer à l'île d'Elbe, à la base du fameux filon de fer oligiste exploité à Rio, dans la vallée di Calci (Montagnes Pisanes), et au Capo-Corvo (golfe de la Spezzia), se composent généralement de couches épaisses d'anagénite à fragments polygéniques, parmi lesquels prédomine un quartz rougeâtre, à surface arrondie et quelquefois anguleuse, enveloppée de toutes parts d'une pellicule de talc verdâtre, ou plutôt noyée dans ce talc, qui est la roche constituante du système entier. Lorsque les fragments diminuent de volume, les conglomérats passent à un grès grossier, ou bien à un quartzite à éléments granuleux. La coupe du Capo-Corvo (pl. III, fig. 1) indique très bien la disposition relative des divers membres de la formation des schistes cristallins, grâce aux escarpements de cette partie du golfe de la Spezzia qui permettent d'en saisir l'ensemble d'un seul coup d'œil.

Aux puissantes couches de conglomérats (A) sur lesquels le terrain jurassique repose transgressivement, succèdent des schistes argileux grossiers au milieu desquels commencent à se montrer des nodules de calcaire rougeâtre qui deviennent de plus en plus abondants et finissent par constituer un véritable talcschiste ou cipolin glanduleux (B), fouetté de rouge et de vert, renfermant disséminés çà et là quelques noyaux roulés de ce même quartz dont sont presque entièrement formés les conglomérats; ce qui prouve que si le mouvement des eaux, au fond desquelles ceux-ci ont été stratifiés, avait alors perdu beaucoup de sa violence, l'action des courants se faisait cependant sentir encore, puisque les cipolins sont le produit combiné d'une sédimentation chimique et mécanique qui s'opérait dans le même temps.

On y observe, ainsi qu'à l'île d'Elbe, quelques filons de fer oligiste éclatant.

(1) Dans la figure 4 de son mémoire sur les Alpes Apuennes, M. Savi désigne comme *macigno*, la grauwacke du canal de Basati, au-dessous de la vallée de Stazzemma. Cette indication tendrait à faire admettre une alternance plusieurs fois répétée de *macigno*, de marbres et de schistes cristallins, qui prêterait alors au terrain crétacé des caractères et une puissance que réellement il ne possède pas, tout en introduisant de la confusion dans le classement des terrains qui se succèdent dans cette chaîne de montagnes.

Des alternances de schistes verdâtres conservant encore quelques amygdales de calcaire (C), des marbres blancs un peu talqueux (D), des phyllades grisâtres plissées (E), des cipolins bréchi-formes (F), des schistes argileux satinés (G) nous conduisent à travers mille accidents de structure et de variations minéralogiques, à la base du système des schistes cristallins du *Capo-Corvo*, qui est occupée, comme dans les Alpes Apuennes, par du stéaschiste et du micaschiste noduleux (H).

Avant de laisser cette localité intéressante, faisons observer que les montagnes qui recouvrent les tranches des couches représentées dans la coupe et qui forment la portion orientale du golfe de la Spezzia, sont la continuation de celles qui en constituent la portion occidentale et qu'elles appartiennent au terrain jurassique et à celui du macigno. Comme ces deux dernières formations discordantes entre elles (pl. III, fig. 2) sont aussi discordantes avec les schistes cristallins (H), puisqu'on voit les calcaires jurassiques (S) reposer transgressivement et sur les conglomérats (A), et sur les cipolins, et sur les micaschistes (1), nous ne saurions considérer ces conglomérats comme représentant la base du terrain oolitique; et nous insistons sur cette séparation avec d'autant plus d'intention que, dans son mémoire sur les terrains stratifiés des Alpes Lombardes, M. de Collegno a fait entrer dans les cinq groupes qu'il a établis, non seulement les conglomérats et les grès rouges du lac de Côme, de Bellano et de Varenna, mais encore les schistes cristallins de Bellano, sans qu'il lui ait été possible, dit-il, de jamais constater la ligne de séparation de ce grès d'avec le véritable micaschiste. Nous n'avons pas encore eu l'occasion de visiter les localités décrites par notre savant confrère; mais si les relations des conglomérats avec les schistes cristallins sont dans les environs du lac de Côme les mêmes que dans les Alpes Apuennes, qu'à l'île d'Elbe et dans les montagnes Pisanes, nous ne pouvons partager cette classification que le *Capo-Corvo* démontre opposée à l'évidence des faits, et qui de plus est contestée par presque tous les géologues italiens, dont l'un, M. Curioni, voit dans ces mêmes grès rouges le représentant de la grauwacke. J'avoue que les études que j'ai faites en Toscane m'amènent au rapprochement établi par M. Curioni, et qu'on ne peut raisonnablement séparer, dans cette partie de l'Italie, les grès

(1) La figure 2 représente une coupe qui, du *Capo-Corvo*, coupe les montagnes de la partie orientale du golfe de la Spezzia, en passant par les villages de Barcola et d'Ameglia. Elle est parallèle au cours de la Magra.

et les conglomérats des schistes cristallins avec lesquels ils ne forment qu'un seul et même système. Ajoutons que les Pyrénées, auxquelles fort heureusement les calcaires siluriens avec *Spirifer* et *Orthocera* ont laissé aux phyllades, aux micaschistes et aux gneiss placés au-dessous d'eux le privilège d'être conservés *terrain primaire*, présentent des exemples nombreux de conglomérats et de grès liés aux schistes cristallins. La vallée du Larboust, vers son point de jonction avec celle de la Pique à Bagnère-de-Luchon, la vallée d'Aure, vers les environs de St-Lary, offrent constamment les grauwackes et les phyllades dépendant de la formation gneissique, à laquelle ils se lient insensiblement par l'intermédiaire du micaschiste. En Toscane, ainsi qu'au lac de Côme, nous possédons dans une position parallèle les mêmes calcaires rouges, considérés à juste titre, par M. de Collegno, comme le représentant du lias, et, suivant moi, du lias inférieur; dès lors je demanderai ils es schistes cristallins, dont la puissance dans les Alpes Lombardes m'est inconnue, mais qui, dans les Alpes Apuennes, n'est pas moindre de 12 à 1500 mètres, si les conglomérats (300 mètres à Introbio), si le calcaire noir de Varenna (1000? mètres), enfin si le calcaire gris avec silex (200 mètres), groupes reconnus par M. de Collegno pour être inférieurs au calcaire rouge à *Ammonites Bucklandi* et *A. Walcotii*, mais tous jurassiques, je demanderai si ces groupes, dont l'épaisseur s'élèverait à plus de 3,000 mètres, peuvent représenter seulement la partie inférieure du lias, lorsque cette partie inférieure se représente parfaitement elle-même avec ses caractères normaux et tous les fossiles qui lui sont propres? Dans les Pyrénées, où le terrain jurassique (lias y compris) repose sur le calcaire silurien (vallée de la Garonne, sous le pic du Gaz); dans la Provence, et principalement dans le département du Var, où le même terrain recouvre directement le trias, en présentant la succession de tous ses étages, dans les environs d'Autun, dans la Saintonge, dans l'Angleterre, enfin dans tous les pays où le lias est classique, on ne connaît point au-dessous des couches à *Ammonites Walcotii* et *A. Heterophyllus*, ou au-dessous du quadersanstein, l'équivalent de ces prétendus terrains jurassiques qui, en Italie, par des influences plutoniques, auraient été convertis en gneiss, en micaschistes, en phyllades, en cipolins; influence dont l'action, après avoir dénaturé des couches qu'on ne retrouve nulle part dans les contrées à séries normales, aurait respecté tout juste celles auxquelles leur position et leurs caractères paléontologiques assignent un horizon et un parallélisme analogue avec des étages d'une position bien reconnue dans le reste de l'Europe.

C'est certainement à une pareille préoccupation métamorphique que M. Hoffmann, voyant sous Capoliveri, dans l'île d'Elbe, le macigno reposer sur le *verrucano*, pensait que celui-ci n'était autre chose qu'un grès rendu gneissique par suite d'une modification plutonique, opinion que M. Studer a presque partagée, tandis que le macigno et l'alberese, qui constituent un terrain indépendant pouvant recouvrir toutes les formations géologiques antérieures, reposaient à Capoliveri sur les schistes cristallins, comme ailleurs ils reposent indistinctement sur le calcaire saccharoïde ou bien sur le terrain jurassique, sans qu'on soit autorisé à déduire de ces superpositions que les terrains supportant et supportés appartiennent à une seule et même formation.

La coupe (pl. III, fig. 3) indique nettement que le *verrucano* (H) supporte et le calcaire saccharoïde (X) et le terrain crétacé, composé de l'alberese (m) et du macigno (M) qui recouvre indistinctement le gneiss et le marbre blanc: or, comme sur la route qui conduit de la Marine-de-Rio aux carrières de fer oligiste, on voit clairement à la base du Monte-Jove les conglomérats quarzeux passer sans transition minéralogique sous les calcaires saccharoïdes et les cargneules dolomitiques, et ces derniers dans le chemin qui conduit à Porto-Longone passer sous l'alberese et le macigno qui ne présentent aucune trace d'altération, ne faut-il pas conclure que le macigno séparé du gneiss et des micaschistes par le groupe des conglomérats, par la formation du calcaire métamorphique et par l'alberese, n'a pu servir à la confection des schistes cristallins, puisqu'il existe intact et superposé à un calcaire compacte qui renferme les *Fucoides intricatus* et *Fucoides Targionii*?

La digression qui précède a moins pour but de détruire l'opinion de M. de Collegno, d'après laquelle les conglomérats quarzeux du lac de Côme, que je ne connais pas, appartiendraient à la formation jurassique, que de démontrer par des exemples évidents que ceux que l'on observe à la partie supérieure des schistes cristallins, soit dans les Alpes Apuennes, dans les montagnes Pisanes, soit à la Spezzia ou à l'île d'Elbe, sont une dépendance réelle de ces derniers terrains, sans qu'on puisse les rapporter à la formation jurassique; car, je le répète, au Capo-Corvo, les couches oolitiques recouvrent transgressivement non seulement les conglomérats (fig. 1 et 2), mais encore les autres membres des schistes cristallins: donc le *verrucano* constitue une formation indépendante.

C'est au surplus un pareil fait qu'avait exprimé M. Savi, sans

en tirer toutes les conséquences, lorsqu'il annonçait (1) que dans les montagnes Pisanes il avait toujours observé bien distinctement la séparation du *verrucano* (stéaschistes et conglomérats) d'avec le terrain calcaire superposé.

Si l'âge des filons pouvait être précisé avec autant d'exactitude que celui des schistes cristallins par rapport aux autres formations géologiques qui leur sont supérieures, les circonstances particulières de leur gisement pourraient peut-être ajouter quelques nouvelles preuves à l'appui de nos distinctions. Dans les Alpes Apuennes, les mines de sulfures sont toutes propres à la partie inférieure des schistes cristallins; telles sont celles du Bottino dans le Serravezzano et celles de Val-di-Castello et de l'Argentiera dans le Pietro-Santino, où la galène argentifère est associée à la blende, celles de cinabre de Ripa et de Livigliani.

Les gisements de fer oligiste paraissent au contraire appartenir à la partie supérieure des schistes cristallins, aux conglomérats; c'est en effet dans ce groupe qu'on observe ce minerai sur plusieurs points de l'île d'Elbe, à Punta-Rossa, près de Porto-Longone, et notamment à Rio-la-Marina; au Capo-Corvo les mêmes conglomérats renferment aussi quelques petits filons. Enfin M. Savi les a signalés dans le *verrucano* de la vallée di Calci, sans qu'on les voie jamais traverser les formations calcaires supérieures qui, d'après le sentiment de cet auteur, font néanmoins partie du même terrain.

§ II. *Formation des calcaires saccharoïdes.*

Lorsque de Pietra Santa on se rend à Serravezza, on traverse près de Corvaja une gorge étroite dominée jusqu'à une centaine de mètres par des masses en surplomb de stéaschistes qui menacent l'étroit chemin que borde en même temps le torrent. Ce système de schistes cristallins qui, vers Ripa, constitue le premier ressaut des Alpes Apuennes, se poursuit jusque dans le cœur de la chaîne et se distingue de loin par la hardiesse de ses sommités; ce sont ces enfilades de pics, ces aiguilles déchiquetées dont la forme capricieuse dans les Alpes et dans les Pyrénées prête tant de grâce et de majesté à la physionomie du paysage.

Au delà du torrent de Serravezza, en face de Corvaja (pl. III, fig. 4), le stéaschiste (H) supporte, en discordance de stratification, une grande masse (X) entièrement composée de marbre

(1) *Nuovo giornale de Letterati*, n. 70 et 71, p. 43, et figure 1 et 2.

blanc, que vers la hauteur du Bottino on voit butter de nouveau contre les mêmes roches schisteuses.

En remontant la vallée de la Serra jusqu'en face de la carrière exploitée de Trambiserra (fig. 5), même encaissement du marbre blanc, pareille indépendance.

Enfin, dans le fameux cirque que couronnent les formes fantastiques du Monte-Altissimo, le marbre statuaire (pl. III, fig. 6) X remplit toutes les dépressions ouvertes dans le gneiss, le recouvre en plusieurs points, se modèle exactement sur tous ses plis, suit ses inflexions, sa direction court N.-O. S.-E., tandis que celle du gneiss court du N. au S

Dans ces diverses localités et dans la vallée du Frigido on chercherait vainement le passage des schistes cristallins au calcaire; jamais séparation ne fut plus tranchée et de caractères minéralogiques et de position relative.

M. Savi, dans ses coupes géologiques des Alpes Apuennes (1), a très bien indiqué cette discordance de stratification; mais obéissant à cette idée théorique que les schistes cristallins et que les calcaires saccharoïdes n'étaient autre chose que du macigno et de l'alberese métamorphiques, il a fait bon marché de la discordance de stratification, et pour l'expliquer, il suppose que dans le Minuccianese et dans les Alpes du Monte-Altissimo le *verrucano* a seulement été soulevé d'un côté. Voici comment, en parlant de ce phénomène, s'exprime ce savant professeur :

« Les torrents de la Serra et du Frigido traversent une longue » et étroite vallée dont les berges sont formées de stéaschistes; » mais l'aspect du pays change tout d'un coup lorsqu'on arrive » vers le fond de la vallée; là s'ouvre un amphithéâtre semi-circulaire, composé d'un calcaire blanc ou de couleur cendrée, dominé par des cimes aiguës et escarpées. *Cette masse calcaire est formée de très grandes couches, qui, se dirigeant de la partie opposée à celle d'où viennent les strates du stéaschiste sur les tranches duquel elles s'appuient, s'élèvent presque verticalement et à une telle hauteur qu'elles forment quelques sommités de ces montagnes, l'Altissimo par exemple. Ces couches sont tellement repliées en divers points qu'elles dépassent la perpendiculaire, comme à Pania di Sassi.*

» Ce singulier phénomène de l'adossement du calcaire sur les » tranches des couches du stéaschiste, et par conséquent la *divergence de leur direction*, s'observe beaucoup plus distinctement

(1) *Nuovo giornale de Letterati*, n. 70 et 71, p. 43, fig. 1 et 2.

» encore en regardant les amphithéâtres de la sommité de quelques
 » unes des hautes montagnes circonvoisines, parce qu'alors on
 » embrasse d'un coup d'œil la position relative des diverses ro-
 » ches. Ainsi, en se plaçant sur le Pizzo del monte Sagro, ou
 » mieux encore un peu au-dessous, aux cabanes del Forno et
 » en examinant la chaîne formée par l'Altissimo et le Monte-Fol-
 » gorito, qui se dirige du N. au S., on voit clairement les strates
 » de la partie septentrionale de cette chaîne qui sont calcaires et
 » presque verticaux (Monte-Altissimo) s'appuyer sur les tranches
 » des couches de stéaschistes du Monte-Folgorito qui forment la
 » partie méridionale de cette même chaîne, mais avec une incli-
 » naison peu marquée (*dolcemente emergenti*). »

Ce fut justement la première vue de cette singulière structure, de ces amphithéâtres de marbre à stratification verticale venant rencontrer sous un angle aigu les couches peu redressées du *verrucano*, qui, en 1829, suggéra à M. Savi l'idée de calcaires éruptifs. Dans son dernier travail il rend compte ainsi qu'il suit de la cause de la discordance :

« Quant à la vallée du Frigido, je dirai que quoiqu'à la pre-
 » mière vue il paraisse étonnant de ne point rencontrer du côté
 » de Minucciana le *verrucano*, cependant toute surprise cesse en
 » réfléchissant que, sur tous les points de l'écorce terrestre où ont
 » agi les causes plutoniques et où elles ont donné naissance à des
 » ruptures et à des soulèvements, il n'était point nécessaire que
 » les deux côtés de la fente se soulevassent à la fois, mais que
 » bien souvent un seul des côtés a pu être relevé, tandis que
 » l'autre qui lui correspond est resté dans sa situation normale,
 » ou qu'il s'est un peu affaissé ou qu'il n'a pas été porté à la même
 » hauteur. Or, c'est justement ce qui semble être arrivé dans le
 » cas dont il s'agit : d'un côté, le système septentrional s'étant
 » soulevé de manière à mettre à découvert le macigno des mon-
 » tagnes du Fivizzanese et le calcaire qui forme le Pisanino, le
 » Pizzo d'Uccello, la Tambura, etc. ; d'un autre côté, le système
 » méridional ayant été élevé d'une manière tellement plus consi-
 » dérable, que non seulement le macigno (montagne de Mirmeto)
 » et la masse calcaire (montagnes de Bergiola et de Brugiana) ont
 » été mis à découvert, mais encore la grande masse stéatiteuse du
 » milieu de laquelle s'échappe le Frigido. »

Cette explication, tout ingénieuse qu'elle peut être, ne rend nullement raison de la discordance frappante observée entre les schistes et les calcaires ; en effet, reconnaître avec M. Savi que les uns et les autres ne sont que les deux termes d'une même formation

métamorphique, c'est admettre en même temps une concordance de stratification entre eux : une faille ou plusieurs failles auront bien pu troubler leur niveau relatif, mais non point de manière à nous montrer des masses calcaires plaquées contre le stéaschiste, comme on l'observe à Trambiserra (pl. III, fig. 5) (1), ou bien, comme au Monte-Altissimo, un marbre à couches parfaitement distinctes (fig. 6) reposant dans une dépression formée au milieu des terrains anciens et s'appuyant sur la tête des strates qui les composent. Pour que l'hypothèse de ce savant fût admissible, il faudrait au moins que la discordance apparente n'existât que le long des lignes de fractures et non point entre les calcaires et les stéaschistes; car ceux-ci supportant les premiers et ayant obéi à un mouvement commun, doivent, puisqu'ils appartiennent à un même terrain (toujours d'après les idées de M. Savi) présenter une direction identique, une seule et même concordance : or, le contraire a lieu et démontre l'existence de deux formations différentes. Dans la coupe qu'il a donnée du Monte-Altissimo, M. Savi a omis d'indiquer la présence du *verrucano* au-dessous du marbre; ce qui tendrait à faire supposer qu'il manque réellement sur ce point ou qu'il n'a pas été mis à découvert. Cependant le stéaschiste forme la charpente de toutes les hautes vallées, se montre dans presque toutes les déchirures du sol, non seulement au bas du cirque de la Serra, mais encore sur le revers oriental de l'Altissimo, qui n'est à proprement parler qu'une île enchâssée dans le *verrucano* envahi derrière les carrières de Forcovaja par les prairies verdoyantes que dominant vers l'E. les colosses de marbre de la Corchia. Et il en est de même de tous les gisements des calcaires saccharoïdes des Alpes Apuennes, que l'on trouve constamment superposés aux schistes cristallins dont la surface avait été déjà modifiée au moment de leur dépôt, puisqu'on voit que

(1) M. Savi indique, dans ses coupes 2 et 4, le mamelon isolé de marbre de Trambiserra comme subordonné aux stéaschistes. Je puis assurer qu'il n'y est qu'adossé. Il n'y a qu'à comparer nos deux dessins, pour voir comment il est facile, avec un point de départ si différent, d'arriver à des conclusions si opposées.

C'est un pareil *buttage* du marbre contre les micaschistes, mais passé inaperçu aux yeux de M. de La Bèche, que désignent les paroles suivantes de cet habile observateur :

« Il est remarquable que les couches de marbre n'existent pas dans la partie inférieure de la vallée du Frigido, quoique, d'après leur direction, elles devraient s'y prolonger. »

(Mém. Soc. géol. de France, t. I, p. 52.)

leurs couches, d'abord portées à des niveaux inégaux par suite du soulèvement qui en changea la position première, et plus tard dénudées par les actions extérieures, furent successivement et transgressivement recouvertes sur tous les points accessibles à la mer qui précipitait les marbres. Les portions du *verrucano* que leur élévation mettait à l'abri d'un pareil recouvrement n'eurent que leur base encroûtée. De cette manière, le buttage des calcaires cristallins contre les strates du stéaschiste et la discordance qui en est une des conséquences naturelles sont expliqués rationnellement et conformément aux lois générales de la superposition et de l'arrangement réciproque des terrains; ils nous démontrent de plus que les marbres des Alpes Apuennes constituent un terrain indépendant et entièrement distinct du *verrucano* qui les supporte.

Une pareille indépendance se décèle encore dans l'île d'Elbe, où le marbre blanc occupe une zone comprise entre le Capo Calamita et le Monte-Fico au S. de la Marina-di-Rio, mais interrompue par les hauteurs stéaschisteuses de Capoliveri et recouverte au-dessous de Vardana par le terrain crétacé. La pl. III, fig. 3, indique très bien les rapports de position de ces trois formations. Depuis Porto-Longone jusqu'au pont jeté sur le torrent de Vardana, on traverse le *verrucano*, qui se montre avec ses gneiss, ses talcschistes, ses phyllades et ses cipolins subordonnés, et qui forme à la gauche de la route de Porto-Ferraio un escarpement montagneux qui sert de berge au vallon qui reçoit les eaux des hauteurs voisines. C'est au-dessous de la dépression occupée par le torrent à quelques centaines de mètres de la ferme de Vardana que l'on aperçoit les premières couches de calcaire saccharoïde (X) adossées aux schistes cristallins (H) et recouvertes à quelque distance par l'alberese avec fucoides (*m*) et par le macigno (M) (1).

La même discordance qui se manifeste dans les Alpes Apuennes se maintient encore dans ce point éloigné, et confirme entièrement la légitimité des motifs qui nous ont porté à faire la séparation que nous avons précédemment établie; elle démontre de plus l'impossibilité de rapporter le marbre blanc à l'alberese, qu'une cause plutonienne aurait modifiée; car les lignes de contact entre ces deux formations sont on ne peut mieux tranchées; elles indiquent non seulement une divergence de stratification, mais en-

(1) La figure 3 présente une coupe en raccourci depuis Capoliveri jusqu'aux hauteurs de Vardana : ainsi j'ai omis d'y figurer un terrain d'alluvion qui sépare les montagnes du Capo-Calamita des autres montagnes de l'île.

core l'intervention d'un ordre différent de circonstances dans la production des causes qui ont présidé à leur dépôt, et dans celles qui ont amené leur rencontre fortuite.

Je n'ai rien à ajouter aux détails que M. Savi a donnés dans sa description des montagnes Pisanes; je renvoie donc à ses excellents mémoires, afin d'éviter des répétitions fastidieuses. En traitant du terrain jurassique, j'aurai occasion de parler du calcaire à silex et à fossiles des bains de San-Giulano, que nous retrouverons dans le massif du Monte-Calvi. Je ne puis me dispenser toutefois de fournir quelques notions sur un gisement intéressant de calcaire saccharoïde que l'on observe dans les environs de Campiglia, et qui nous servira admirablement plus tard pour fixer les limites de la formation oolitique.

Il existe entre Suvereto, Sasseta, Castagnetto, le fort de San-Vincenzo et Caldana un groupe montagneux particulier dominé par les sommets du Monte-Calvi (pl. III, fig. 7). Bien que la plaine d'alluvion de la Cornia, ainsi qu'une ligne de collines qui, de l'antique Popolonia jusqu'à Piombino, forme le promontoire auquel on a donné le nom de cette dernière ville, la sépare de l'île d'Elbe, cette région remarquable ne s'y lie pas moins géologiquement, tant par l'identité des terrains que par la nature des filons que l'on observe dans ces deux contrées. Il est vrai que les schistes cristallins n'apparaissent point dans le Campigliese, le soulèvement ne les ayant point mis à découvert; mais en revanche la formation des calcaires saccharoïdes y est développée presque autant que dans les Alpes Apuennes, et s'y présente dans les mêmes conditions de structure et de composition. Le marbre statuaire, le bardiglio et les cipolins sont les roches qui constituent les montagnes de la Rocca-San-Silvestre, de Monte-Rombolo et de l'Aquaviva. Lorsqu'on se rend au Monte-Calvi par le mauvais chemin qui met en communication Sasseta et Campiglia, on observe d'abord, au-dessous du château ruiné de cette ville, le macigno et l'alberese à veines spathiques blanches noyé au milieu de ses schistes grisâtres (Galestro des Italiens); puis, en face de la gorge qui débouche dans le vallon de Temperino, commencent à se montrer des schistes rouge, verdâtres et jaunâtres, à couleurs généralement vives et mélangées qui recouvrent, après quelques alternances, des calcaires rouges de brique et verdâtres, à cassure franche et conchoïde, auxquels succèdent d'autres calcaires à texture plus fine, d'une teinte plus pâle, et remarquables par la grande quantité de silex pyromaque qui s'y logent en nodules et en plaques parallèles interrompues. Il n'est pas rare d'y ren-

contrer quelques fossiles, mais qui sont tellement engagés dans la roche, que ce n'est que dans les surfaces exposées aux intempéries atmosphériques qu'on peut espérer d'en apercevoir les contours. Tout ce système occupe le Monte-Calvino, se continue sans interruption jusqu'au Monte-Calvi, où il rencontre les calcaires saccharoïdes, et se prolonge en traversant le pays même de Sasseta jusqu'à la rencontre du chemin de Castagnetto à Monte-Verdi, où il s'enfonce sous le terrain crétacé. A ne juger de ces différentes roches et de leurs relations que par l'étude imparfaite que l'on peut en faire dans un sentier tracé sur le revers d'une montagne, où les couches se recouvrent toutes à de courtes distances sans se montrer à nu sur une grande étendue, on croirait qu'elles se succèdent naturellement les unes aux autres, en constituant les divers étages d'une même formation; mais à les examiner en détail, à les observer dans les escarpements ébouleux ou dans des coupes verticales, leurs véritables rapports vous apparaissent alors sous un autre aspect, et vous font apercevoir des *hiatus*, des discontinuités là même où, dans une première inspection, on pensait avoir remarqué une série non interrompue de couches mutuellement subordonnées. C'est qu'on doit convenir que dans les Maremmes Toscanes, à cause des forêts buissonneuses et de la terre végétale qui recouvrent les 19/20^{es} du territoire, il n'est pas toujours facile de saisir les relations des terrains qui constituent la charpente des monts. La bonne volonté ne suffit pas toujours pour surmonter ces difficultés inhérentes au pays; il faut de plus de la témérité et un séjour prolongé. Ainsi, malgré des recherches journalières et assidues, je n'ai pu connaître la position des calcaires et des schistes rouges qu'après avoir retrouvé leurs analogues dans le golfe de la Spezzia, où la présence de nombreux fossiles ne peut guère laisser de doutes sur leur âge. Aussi conçois-je facilement l'erreur dans laquelle est tombé M. Savi, lorsque, dans son mémoire sur les altérations plutoniennes souffertes par l'alberese compacte et sa conversion en calcaire salin et en dolomie, il a écrit que le marbre blanc du Campigliese était de la craie métamorphique. Examinons à notre tour les faits qui nous portent à adopter un tout autre sentiment.

Campiglia est bâti sur deux collines de macigno et d'alberese (pl. III, fig. 7), M et m, dont on peut observer les rapports depuis la fontaine Corvo jusqu'au petit oratoire de Santa-Croce, en parcourant la terrasse ouverte sous les murs de la partie méridionale de cette ville. En face du chemin qui conduit par Pozzatello aux montagnes de l'Aquaviva, le macigno butte directement contre les schistes

rouges (4) qui font partie du terrain jurassique, occupant le vallon de Fucinaja, où près de l'église de ce nom ils recouvrent un calcaire rougeâtre (4) un peu feuilleté, passant au talcschiste et renfermant une très grande quantité d'encrines que leur état spathique fait facilement distinguer. Les restes de ces corps organisés sont principalement abondants dans le sentier qui conduit aux mines de cuivre exploitées et dans son escarpement nommé la Grande-Cave situé au-dessus des fourneaux de fusion. Comme, en parlant des terrains jurassiques, nous aurons occasion d'indiquer la position et l'âge de ces calcaires fossilifères d'une manière plus précise, qu'il nous suffise d'énoncer en ce moment que nous les considérons comme appartenant au lias inférieur, puisqu'on a découvert sur une foule de points où ils se montrent à nu, les *Ammonites Bucklandi*, *A. obtusus* et *A. serpentinus*, avec des alvéoles de *Belemnites* que l'on avait prises à tort pour des *Orthocera*, et qu'au-dessus de ces mêmes calcaires nous avons reconnu un étage schisto-marneux rempli de *Posidonia liasina*; ce qui permet de fixer leur position d'une manière plus exacte encore.

La discordance des calcaires encrinifères et des marbres du Campigliese est évidente et incontestable au-dessus de la Grande-Cave (pl. III, fig. 8). La séparation est d'autant plus facile à saisir, même au premier coup d'œil, que vers les lignes de contact les premiers possèdent une stratification très bien marquée et fort régulière, et qu'ils sont composés de couches d'un calcaire rouge de chair très mince (I), séparées de distance en distance par des strates d'un schiste de même couleur qui donnent à la masse entière une apparence feuilletée, et lient les calcaires, par le moyen des talcschistes, à l'énorme système des marnes bariolées (L'), que l'on traverse depuis le vallon de Fucinaja jusqu'à la chapelle de Santa-Croce, et que l'on retrouve à Sasseta et dans les gorges del Giardino, au-dessus de San-Vincenzo; le marbre, au contraire, se présente sans stratification distincte, en masses très épaisses, fissurées dans tous les sens et prenant l'apparence d'une roche éruptive fendillée par suite du refroidissement (X); la texture en est parfaitement saccharoïde, et sa blancheur irréprochable contraste avec la teinte foncée des calcaires jurassiques qui viennent appuyer successivement l'extrémité de leurs couches contre l'escarpement qu'avait formé un premier soulèvement, tandis que s'ils avaient été la continuation naturelle des calcaires saccharoïdes, un étage immédiatement supérieur, ils se seraient modelés exactement sur la surface, au lieu de présenter une opposition de strates si saillante. Ajoutons que l'hypothèse d'une faille ne

pourrait nullement concorder avec les faits observés ; car vers les lignes où s'opère la juxtaposition, il existe un dépôt de conglomérat grossier dans lequel on distingue des fragments remaniés de calcaire saccharoïde, phénomène assez ordinaire, comme on le sait, vers les points de jonction de deux formations différentes. De plus, comme le manteau du calcaire rouge et des schistes qui lui sont superposés forme autour du Monte-Calvi, qui est le point central du soulèvement du Campigliese, une ceinture non interrompue (fig. 7) qui enveloppe la base de ce groupe montagneux, la supposition d'une faille dans le vallon de Temperino est repoussée par le manque total du calcaire encrinitifère, au-dessus de la ligne de fracture et dans toute la partie de la chaîne occupée par le marbre blanc. Cette rencontre brusque des deux terrains, la présence des fossiles dans l'un, jointe à sa stratification distincte, les caractères minéralogiques de l'autre, sa structure massive, circonstances qui dévoilent le concours de causes opposées dans leurs effets, et dont l'action ne s'est point manifestée dans une même période ; tout, dans cette localité remarquable, se réunit pour arracher les calcaires saccharoïdes à la formation jurassique.

M. Savi, qui avait été frappé à son tour de cette discordance de la Grande-Cave, admettait pour l'expliquer que la manifestation des causes plutoniennes qui d'un calcaire compacte avait formé un marbre salin s'était arrêtée vers ce point, et que la structure observée, que la solution de continuité, devaient être rapportées à des effets inégaux de température, qui auraient provoqué des dilatations et des contractions auxquelles il fallait attribuer l'état particulier d'un même calcaire, dont une portion aurait éprouvé une métamorphose complète, tandis que l'autre aurait conservé ses caractères primitifs. Cette explication, pour être admise, exigerait la connaissance plus parfaite de la nature des agents employés pour amener le métamorphisme d'une chaîne entière de montagnes. Dans tous les cas, le principe posé veut qu'ils aient été très énergiques ; il y aurait alors lieu d'être étonné de voir d'un côté le calcaire blanc de la Grande-Cave portant les traces d'une complète transformation, et d'un autre côté les calcaires jurassiques ne présentant aucune marque d'altération et conservant de nombreux fossiles. Si, à tous ces faits, déjà si concluants par eux-mêmes, nous joignons la discordance de stratification et l'existence d'un conglomérat entre les deux formations, n'aurons-nous pas un faisceau de documents suffisants pour admettre la séparation que nous proposons ?

Cette localité et les accidents qu'elle montre ont été l'objet de l'attention de tous les géologues qui ont eu l'occasion de les observer. M. A. Burat s'en était servi lui-même (1) comme point de repère pour la détermination des formations secondaires de la Toscane traversées par les filons amphiboleux, et il plaçait les marbres de Carrare et du Campigliese dans le terrain jurassique. Cette conclusion n'était que la conséquence de l'opinion qu'il s'était faite de l'âge des calcaires et des schistes rouges, qu'il considérait, avec M. Savi, comme crétacés. Mais ayant parcouru dernièrement en sa compagnie les localités que je décris, je lui ai signalé l'indépendance de l'alberese et du macigno (craie) par rapport aux marnes et aux calcaires rouges qu'ils recouvrent à Santa-Croce en stratification transgressive (fig. 7); et la discordance de ces derniers avec les marbres blancs, à la Grande-Cave (pl. III, fig. 8), étant un fait bien démontré, j'ai eu l'avantage de voir mes idées partagées par ce savant.

J'ai dit qu'il n'était pas aisé de saisir les relations réciproques des divers terrains du Campigliese, quand on se bornait à en étudier les accidents dans les sentiers pratiqués sur les têtes des couches, et qu'on était tenté de rapporter à un seul et même système trois formations cependant bien distinctes. En effet, si à la Grande-Cave une rupture profonde et verticale n'eût mis en évidence la discordance dont je viens de parler, il aurait été difficile, pour ne pas dire impossible, de la constater au-dessous comme au-dessus de l'escarpement, bien que pourtant dans le vallon de Temperino les travaux exécutés dans l'intérieur de la montagne l'aient rendu manifeste en deux points placés à différents niveaux, d'abord dans le chemin de fer, taillé au milieu, qui met en communication le puits d'extraction avec les fonderies, et ensuite dans la galerie Fortuné, où le marbre et les calcaires rouges se montrent avec les mêmes particularités qu'à la Grande-Cave, c'est-à-dire avec les mêmes couches de conglomérats au contact, et avec un changement complet dans la stratification.

On peut se faire une idée de la confusion involontaire dans laquelle on peut tomber, quand on suit la formation du calcaire rouge dans les régions de la montagne de l'Aquaviva, qui est une continuation du Monte-Calvi dont elle est séparée par le vallon de Botro-ai-marini. On les retrouve là avec tous les caractères que nous leur avons reconnus, et on les voit s'appuyer avec une direction constante du N. au S. sur la formation des calcaires saccha-

(1) *Géologie appliquée*, p. 25 et 142.

roïdes qui courent du S.-O. au N.-E. Il existe vers les points de contact entre le Montorsi et l'Aquaviva un énorme filon d'amphibole radiée qui pénètre même au milieu des calcaires rouges, sans que la couleur ait été altérée et la stratification troublée; on aperçoit seulement une cristallinité que l'on serait presque tenté d'attribuer à la présence de ces masses injectées, si la même cristallinité n'existait pareillement à la Grande-Cave, dans des couches remplies de fossiles, à Caldana et sur une foule de points où le même étage se montre à découvert et en dehors du voisinage des filons. Il faut savoir se tenir en garde contre les erreurs dans lesquelles peut vous engager la valeur trop absolue que l'on donnerait aux caractères fournissablement par la structure; c'est qu'en vérité il en est de la texture subsaccharoïde de ces calcaires à *Diceras* des Pyrénées, comme de certains calcaires néocomiens de la Provence, et comme de presque tous les *albereses* de la Toscane, qui n'ont pas subi la moindre altération, bien que dans la cassure ils montrent cet aspect cristallin particulier à certains marbres métamorphiques. S'il fallait ajouter un exemple plus extraordinaire, je le trouverais dans le calcaire tertiaire lacustre de Bayons près d'Aix, exploité comme marbre coloré, et qui, par la finesse du grain, sinon par l'éclat, ne le cède en rien à quelques-uns des marbres réputés *primitifs*. Bien qu'à cause des déblais et des terres qui recouvrent les alentours du filon de l'Aquaviva, les lignes de jonction entre le calcaire rouge et le marbre ne soient pas visibles, cependant leurs rapports réciproques sont indiqués assez nettement par leur direction respective, qui pour le calcaire rouge à l'Aquaviva, comme à Caldana, à Montorsi, à Pozzatello et à la Grande-Cave est constamment N.-S., tandis que celle du calcaire saccharoïde à l'Aquaviva, à San-Bartolo, au Monte delle fessure, à Botro-ai-marmi, incline généralement du S.-O. au N.-E., circonstance qui trahit le mouvement survenu dans cette chaîne avant le dépôt du terrain jurassique, et qui concorde parfaitement avec la discordance observée dans le vallon de Temperino. Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la coupe représentée par la fig. 7 pour saisir la position des marbres par rapport aux autres formations, et s'apercevoir que les calcaires rouges de la Sasseta, de Monte Calvino, de l'Aquaviva, de Monte-Valerio et de Caldana, représentent, à proprement parler, la demi-ceinture du terrain jurassique autour du marbre blanc déjà soulevé, l'autre demi-ceinture se retrouvant, mais inclinée dans un sens opposé, sur les flancs du Monte-Calvi qui confinent avec les terres de la Gherardesca.

Avant de discuter l'âge des calcaires saccharoïdes, énumérons rapidement les particularités qu'ils peuvent présenter.

Les marbres de Carrare, de l'île d'Elbe et du Campigliese renferment à l'état disséminé quelques minéraux que l'on retrouve pareillement dans les Pyrénées; en première ligne je dois placer la *couzéranite*, que j'ai découverte, je ne dirai pas sans étonnement, dans la montagne du Monte-Rombolo, à la droite du torrent de Botro-ai-marmi, qui prend naissance dans le cirque de Fucinaja et court à peu près parallèlement à la route de Campiglia à San-Vincenzo. Après avoir dépassé la Madonnina, petit oratoire placé presque en face du vallon de la Rocca-San-Silvestre, après avoir laissé à gauche la route communale, on prend le sentier qui conduit à la base occidentale du Monte-Rombolo, vers d'anciennes mines de fer, et on arrive sur l'emplacement de fours à chaux alimentés par le marbre blanc. C'est dans les conches mêmes dont on l'extrait qu'abondent les couzéranites, qui constituent une roche absolument semblable à celles qui proviennent des Pyrénées. Leur couleur est généralement celle du calcaire qui les renferme, blanche, noire ou grise, suivant que la gangue est blanche, noire ou grise à son tour.

Les marbres du Campigliese et de l'île d'Elbe présentent en outre des pyrites de fer cristallisées en cubes et en dodécaèdres à faces pentagonales. A la Corchia, au-dessus du village du Livig'iani (Alpes Apuennes), on a recueilli de l'épidote zoïsité. On sait que les calcaires de Carrare renferment aussi des cristaux de quartz d'une parfaite limpidité.

Il est presque inutile de rappeler que c'est dans cette formation qu'abondent les marbres statuaire, objet d'une exploitation active à Carrare et à Serravezza, les *bardigli* et les brèches calcaireo-talqueuses connues sous le nom de *mischio di Stazzemma*. Les *bardigli fioriti* des environs de Rosina dans le Serravezzano sont fort recherchés, et doivent leur réputation aux dessins formés par des lignes noires irrégulières qui traversent la masse dans tous les sens et la bariolent d'une manière fort capricieuse. Ces lignes sont produites par des feuilletés excessivement minces de talc noirâtre qui, lorsqu'ils deviennent plus abondants, font passer la roche à un véritable cipolin.

Cette dernière roche est fort abondante dans les Alpes Apuennes, où on peut en recueillir une collection très variée; tantôt le talc se trouve disséminé en paillettes isolées, tantôt engagé en nœuds inégaux, ou bien intercalé en feuilletés réguliers auxquels est due la schistosité particulière aux cipolins. La présence du talc dans

les carrières où l'on recherche le marbre statuaire est considérée par les ouvriers qui nomment les parties souillées par ce minéral *madre macchia* comme un indice favorable pour la rencontre de blocs irréprochables.

Si les filons de fer oligiste et des sulfures sont particuliers, ainsi que nous l'avons déjà vu, au terrain de *verrucano*, ceux de fer oxidulé paraissent appartenir exclusivement à la formation des calcaires saccharoïdes au milieu desquels ils constituent des amas irréguliers très puissants, comme au-dessus du Val di Castello dans le Pietrosantino, à Stazzemma, au cap Calamita, dans l'île d'Elbe.

Les montagnes du Campigliese sont également traversées par de magnifiques filons d'amphibole radiée et d'ilvaïte que l'on retrouve sur deux points de l'île d'Elbe, à Rio la Marina, et au cap Calamita. Mais comme les allures de ces masses offrent tous les caractères des roches ignées, et qu'il est dès lors plus rationnel de les considérer comme des dykes éruptifs, nous nous réservons d'en parler plus longuement dans un travail que nous préparons sur les produits plutoniques de la Toscane.

Il existe enfin un filon très régulier de *fahlers*, contenant or et argent, dans les montages de Val di Castello. Il a pour gangue une fluorine verte ou incolore et une barytine blanche lamellaire. Au contact les calcaires sont convertis en dolomie et pénétrés de pyrite et de quartz cristallisés.

Les coupes que nous avons données de l'Altissimo, de Trambiserra, de Corvaja et de Vardana (pl. III, fig. 3, 4, 5 et 6), ainsi que les développements auxquels nous nous sommes livré à cet égard, démontrent que la formation des calcaires blancs est entièrement distincte des terrains des schistes cristallins, et que par conséquent elle ne peut lui être rapportée. D'un autre côté, le vallon de Temperino (fig. 8) nous a fourni la preuve qu'elle est aussi séparée des calcaires jurassiques qu'elle supporte dans les régions du Monte-Calvi et que nous croyons attribuer au lias inférieur. Elle appartiendrait donc ou au système *devonien* ou au système *silurien*. Si pour sa classification rigoureuse nous pouvions appeler à notre secours les caractères paléontologiques, tout embarras cesserait : mais l'absence presque absolue de tout corps organisé laissera constamment subsister quelques doutes, à moins que des découvertes ultérieures ne viennent les dissiper. Nous ne connaissons en réalité qu'un seul exemple de fossiles signalé dans les marbres blancs de Carrare ; c'est celui cité par M. de Blainville dans son *Manuel d'actinologie* (page 105), et qui se rapporte à un

échantillon poli provenant de la collection de M. Faujas de Saint-Fond, sur la surface duquel on distingue des loges d'Astræa. Ce n'est point d'un fait isolé et qui d'ailleurs ne précise rien sur l'espèce à laquelle appartiendrait ce polypier qu'on peut arguer pour asseoir le véritable horizon géologique des calcaires saccharoïdes. On le trouverait peut-être plus naturellement dans la Sardaigne, qui a l'avantage incontestable de fournir une foule de points de ressemblance avec le sol italien. Or, l'on sait que M. de la Marmora a découvert dans cette île un calcaire silurien avec *Spirifer*, *Productus* et *Orthocera*; pourquoi le même calcaire ne trouverait-il pas son équivalent dans les marbres blancs des Alpes Apuennes et du Campigliese, qu'une cause plutonique aurait plus tard modifiés? Alors la formation des schistes cristallins avec leurs cipolins subordonnés (*verrucano* de M. Savi) qui constitue la base des terrains stratifiés, et que nous avons vue discordante avec les marbres saccharoïdes, correspondrait au terrain de *transition inférieur* (système cambrien), tandis que ces derniers rentreraient dans le terrain de *transition moyen* (système silurien). Cette classification concorderait très bien avec les deux lignes de soulèvement constatées dans les terrains de transition et désignées par M. de Beaumont sous le nom du système des ballons des Vosges et sous celui du Westmoreland et du Hunsrück.

Si j'ai bien saisi l'opinion de M. Pareto, le *verrucano*, suivant ce géologue, représenterait en Italie le grès bigarré et les marbres blancs le *muschelkalk*; il retrouverait ainsi dans une grande partie de la péninsule, mais à l'état métamorphique, le trias du midi de la France et des Alpes Vénitiennes.

Dans le département du Var, le trias repose non seulement sur le terrain houiller, mais encore sur les montagnes de schistes cristallins qui constituent la chaîne des Maures et d'une grande partie de l'Estérel. Outre que la discordance observée entre le *verrucano* et les calcaires saccharoïdes s'oppose à la détermination de M. Pareto, puisque cette discordance entraînerait aussi celle du grès bigarré et du *muschelkalk*, il ne faudrait pas moins expliquer l'absence dans les Alpes Apuennes des micaschistes et des phyllades de la Provence. Si au contraire on a égard à la disposition relative des masses et à leur composition minéralogique, dont il faut tenir quelque compte, on aura l'avantage de ne faire heurter aucun système et de retrouver les schistes cristallins de cette partie de la France dans les grandes bandes qu'on observe dans le golfe de Gênes à Savonna, à Tranzano, au Capo-Corvo, dans les Alpes Apuennes, dans les montagnes Pisanes, dans la

Romagne et dans une portion du royaume de Naples, formation, disons-le, que l'on retrouve dans tous les pays à la base de tous les terrains stratifiés, et qui ne doivent qu'aux terrains plus modernes qui les ont recouverts de n'apparaître pas toujours à la surface.

Rappelons, en terminant cette question, que la double discordance observée entre les marbres, le verrucano et le lias ne laissent que le choix, pour les premiers, d'une place dans un des termes du terrain dit de transition, et que, quelque opinion que l'on adopte pour leur classement, il est de toute impossibilité de les considérer comme *primitifs*, puisqu'il résulte évidemment de nos études dans les Alpes Apuennes et dans l'île d'Elbe qu'ils reposent à Stazzemma sur la grauwacke et à Rio sur les conglomérats quarzeux qui constituent le dernier étage des schistes cristallins.

§ III. Formation jurassique.

M. de Collegno reconnaît dans le terrain jurassique des Alpes Lombardes (1) cinq groupes qui sont, en allant de bas en haut : 1° un grès rouge ; 2° un calcaire noir, bitumineux ; 3° un calcaire gris avec silex ; 4° un calcaire marneux rouge de brique ; 5° un calcaire blanc (*majolica*). Bien que ces divisions, surtout les n. 1, 2 et 5, ne se maintiennent pas dans toute leur intégrité en dehors des contrées décrites par M. de Collegno, nous en retrouvons cependant quelques unes en Toscane, et principalement le calcaire rouge *ammonitifère*, qui établit un horizon très facile à reconnaître, et qui apparaît sur presque tous les points où se montre la formation jurassique.

Mais pour bien saisir les caractères du terrain qui nous occupe, il est indispensable de décrire ici les environs de la Spezzia, où non seulement s'observe bien la succession des couches, mais encore où l'on peut s'aider de la présence des fossiles pour bien déterminer des étages qui reparaissent sur d'autres points de la Toscane.

La coupe représentée (pl. III, fig. 9), tracée du golfe de la Spezzia à la Méditerranée, passe par Campiglia et montre la construction de la montagne de la Coregna, qui est séparée de la Castellana par le vallon de l'Aqua-Santa. M. de La Bèche, dans son *Manuel de géologie* (traduction française, pages 404 et suivantes), et dans

(1) Sur les terrains stratifiés des Alpes Lombardes, *Bull.* 2^e série, t. I, p. 181.

le 1^{er} volume des *Mémoires de la Société géologique de France*, a décrit la constitution géologique de cette contrée; j'aurais volontiers renvoyé aux écrits du savant anglais, si les rapports entre le macigno et la formation jurassique n'avaient été intervertis dans les coupes qu'il a données de la Coregna, et si la valeur mal appréciée des caractères paléontologiques, le mélange de Bélemnites et d'Orthocères, ainsi que la présence d'espèces propres au lias et au terrain carbonifère que l'on a cru reconnaître dans les mêmes couches, n'eût jeté beaucoup de confusion sur le classement de ces montagnes.

En s'engageant dans le vallon de l'Aqua-Santa, on traverse successivement les étages suivants :

1^o Un calcaire compacte gris ou noirâtre renfermant en très grande abondance des Entroques et des Pentacrinites, des Térébratules et d'autres fossiles, mais tellement empâtés dans la roche qu'il est très difficile de s'en procurer des échantillons reconnaissables. Ce n'est guère qu'en cherchant avec attention dans les pierres détachées et exposées depuis longtemps aux intempéries de l'air, que l'on peut espérer de rencontrer quelques espèces déterminables. J'ai été assez heureux pour y découvrir un *Pleurotomaria ornata* (DeFrance) que je conserve dans ma collection ;

2^o Une dolomie blanche, grise ou rosée formant les arêtes dominantes de la Castellana, de la Coregna et du Pignone, et constituant à Porto-Venere, à l'île Palmaria, le fameux marbre connu sous le nom de *Portor*.

En parlant de cette roche, M. de la Bèche s'exprime en ces termes (1) : « Il faut remarquer que la dolomie forme la partie » centrale de la chaîne, en constituant les points les plus élevés » des montagnes calcaires, et qu'elle peut être considérée aussi » bien comme un grand filon redressant les couches, que comme » une grande couche ou un assemblage de couches renfermées au » milieu d'autres masses. »

M. Savi a attaqué avec raison cette assertion (2) en prouvant que la dolomie n'existe ni en masse, ni en couches séparées de celles du calcaire gris, compacte et fossilifère. « En visitant l'île » du Tinetto et du Tino, dit-il, on voit clairement que les calcaires qui, à leur extrémité orientale, sont de couleur grise ou » noirâtre, d'un grain compacte, et remplis de bivalves, d'univalves et de zoophytes sont convertis à leur extrémité occidentale

(1) *Mém. soc. géol. de France*, t. I, p. 28.

(2) *Nuovo giornale dei Letterat.*, n. 71, p. 92.

» en une belle dolomie blanche et grenue. Et en observant avec
 » une loupe la portion des strates où s'opère la conversion, on
 » s'assure que le phénomène est dû au développement dans la pâte
 » du calcaire gris de petits rhomboèdres de dolomie qui, rares
 » dans le principe, deviennent de plus en plus abondants vers
 » l'extrémité occidentale de la couche, finissent par se toucher, et
 » forment alors la grande masse dolomitique : aussi ne peut-on
 » se dispenser d'admettre qu'à la Spezzia, cette roche ne soit une
 » simple modification du calcaire compacte. » Cette explication,
 que je partage entièrement, et qui rend parfaitement compte de la
 dolomisation du calcaire jurassique, emprunte son dernier degré
 d'évidence à la rencontre que j'ai faite, sous le fort ruiné de
 Porto-Venere, d'une dolomie grenue contenant une quantité
 de bivalves et d'univalves très reconnaissables, et appartenant
 aux mêmes espèces que celles que l'on rencontre immédiatement
 et en grand nombre sous la dolomie, dans le calcaire noir qui
 forme l'escarpement connu dans le pays sous le nom d'Arpaja.

C'est principalement dans ces mêmes calcaires noirs, bitumineux, qui de l'Arpaja se continuent dans les îles de Palmaria, du Tino et du Tinetto, qu'ont été recueillies des coquilles appartenant aux genres *Pecten*, *Plagiostoma*, *Ostrea*, *Astaster*, *Trigonia*, *Nucula*, *Cucullea* et divers polypiers. M. Guidoni a annoncé avoir trouvé aussi la *Gryphea arcuata* dans le marbre de Porto-Venere. Nous pensons que ce nom aura été appliqué par erreur à une autre espèce de gryphée; car les couches dans lesquelles on la signale appartiennent évidemment à l'oolite inférieure.

3° Un calcaire compacte gris foncé, en lits minces, passant insensiblement par l'intermédiaire de schistes alternant à un

4° Calcaire noirâtre en couches peu épaisses mais courtes, séparées par des strates d'un schiste marneux grisâtre, qui renferment principalement des fossiles pyritisés et des rognons de fer sulfuré que les habitants du pays considèrent comme des pierres de tonnerre. Ce point est un des plus importants à étudier pour la connaissance du terrain jurassique de l'Italie, puisqu'on y trouve une quantité considérable d'Ammonites très bien conservées, et ces fameuses *Orthocera* que nous verrons bientôt se transformer en alvéoles de *Belemnites*.

On sait que Sowerby, sur 15 espèces d'Ammonites de cette localité qui ont été soumises à son examen, en a décrit onze comme nouvelles (1); la douzième serait un individu jeune de l'*A. Buck-*

(1) *Manuel de géologie*, p. 406. — Ces onze espèces y sont si mal figu-

landi ; la treizième , l'*A. erugatus* de Philipps et les deux autres les *A. Listeri* et *biformis* particulières au calcaire carbonifère. Ces dernières sont évidemment mal dénommées, car toutes les Ammonites de la Coregna que j'ai dans ma collection, et principalement celles qui ressembleront le plus à l'*A. Listeri*, sont persillées. A cette liste on peut ajouter les *Ammonites tumidus* (Rein.), *A. cordatus* (Sow.), *A. contractus* (Sow.), *A. Parkinsonii* (Sow.), *A. discus* (Sow.), *A. bisulcatus* (Brug) que j'ai recueillies moi-même avec plusieurs autres espèces dont quelques unes me paraissent nouvelles.

On trouve généralement ces Ammonites libres sur le sol et d'une petite taille ; par exception, j'en ai trouvé un échantillon remarquable par ses dimensions : il a quatorze centimètres de diamètre.

A ces céphalopodes cloisonnés sont associés de nombreux fragments d'alvéoles de Bélemnites que MM. Guidoni, Savi et de la Bèche ont pris pour des *Orthocera* qui ont été rapportées à l'*O. Steinhaueri* du calcaire carbonifère et à l'*O. Elongatus* du lias. Parmi les nombreux exemplaires que j'ai ramassés dans cette localité, il s'en trouve un de parfaite conservation, composé de cinq cloisons distinctes et dans lequel le siphon latéral contigu aux parois du cône est visible dans toute sa longueur. On n'avait peut-être pas besoin d'une pareille démonstration pour admettre *à priori* que ces corps coniques appartiennent réellement à des Bélemnites ; leur association avec des Ammonites à cloisons persillées donnait à cette opinion un degré de certitude, corroboré d'ailleurs par la rencontre de corps semblables dans des terrains analogues du reste de l'Europe. La présence des *Orthocères* au milieu de la formation jurassique, en l'état actuel des observations paléontologiques, était un fait monstrueux, très malheureusement introduit dans la science, et qu'il était de la dernière importance de faire disparaître.

Un *Pleurotomaria*, conservé seulement à l'état de moule et converti en fer hydroxidé, est le seul mollusque que j'aie observé dans les mêmes couches.

5° Un système de marnes grisâtres et jaunâtres très schisteuses, traversé par des filons de quartz gras et renfermant à la base de la montagne, coupée par le ruisseau de Marola, des empreintes très nombreuses de *Posidonia liasina* (L').

rées qu'il est presque impossible de déterminer les exemplaires que les dessins ont représentés ou voulu représenter.

Ces marnes, qui deviennent souvent satinées et ressemblent alors à un véritable phyllade de transition, passent insensiblement aux couches suivantes.

6° Système de marnes grises, brunes, rouges et verdâtres qui se succèdent jusqu'à Campiglia (L), se montrent au-dessous de la chapelle Santa-Catarina et s'enfoncent recouvertes par le macigno (M) sous la mer, en expirant dans le vallon raviné de Marbana dans la direction de l'île du Tinetto. A ces schistes bariolés, qui n'ont pas moins de cent mètres de puissance, sont associés des calcaires à cassure franche, à texture sub-saccharoïde, dont les plans des couches sont recouverts d'un enduit talqueux qui leur prête un air de famille commun avec les talcschistes de Campan et de Sarancolin. On y observe des fragments d'encrines, ressortant en saillie à la surface des pièces détachées, ou se laissant distinguer, dans les fragments fraîchement cassés, par leur structure spathique et par l'existence d'un canal central. La place pratiquée autour de l'église Santa-Catarina est pavée avec ce calcaire, que sa disposition à la schistoïté laisse détacher en dalles à surfaces lisses et bien parallèles.

C'est dans ce calcaire, que le macigno masque en grande partie à Campiglia de la Spezia, ou du moins dans les calcaires analogues et identiquement les mêmes qui reparaissent en beaucoup de points de la Toscane, que l'on a recueilli plusieurs *Ammonites*, parmi lesquelles les *A. obtusus*, *A. Bucklandi* et *A. serpentinus*.

Dans le nombre des faits importants que présentent à l'observateur les montagnes de la partie occidentale du golfe de la Spezia, un réclame une attention spéciale, commandée par la présence de fossiles caractéristiques, la *Posidonia liasina*. L'étage qui la contient représente incontestablement le lias supérieur : 1° parce qu'il est supporté par des marnes et des calcaires qui renferment des fossiles propres au lias inférieur (*Ammonites Bucklandi*, etc.); 2° parce qu'il supporte les calcaires noirs avec schistes intercalés où abondent des *Ammonites* mal déterminées sans doute, mais que les *A. Parkinsonii*, *A. discus*, *A. contractus* doivent faire considérer comme caractérisant la grande oolite. Il est vrai que les *A. bisulcatus*, *A. erugatus*, *A. Bucklandi* (jeune), qu'on y a pareillement signalées, tendraient à introduire les couches qui les renferment dans le lias et que, dans cette hypothèse, ces mêmes couches pourraient représenter et le lias supérieur et le terrain jurassique inférieur; mais, comme à l'époque où M. de la Bèche recueillit les fossiles qu'il montra à M. Sowerby, les déterminations spécifiques ne reposaient point sur des caractères aussi

rigoureux que ceux qu'on applique aujourd'hui, il est évident qu'on ne doit recevoir qu'avec quelque défiance les noms imposés par le conchyliologiste anglais, et surtout ces prétendus mélanges de fossiles propres au calcaire carbonifère et au lias. Nous avons vu déjà combien peu était fondée l'existence simultanée des Orthocères et des Ammonites persillées. Mais ce qu'il y a de bien prouvé pour moi, et mon opinion se fonde sur les lois irrécusables de la superposition et sur la présence de quelques coquilles dont je garantis les noms, parce que je les ai trouvées dans la série jurassique du midi de la France, de la Saintonge, de la Vendée, et que j'ai pu les comparer à celles qui proviennent de la Normandie, c'est que l'étage à *Posidonia* qui caractérise le lias supérieur est placé entre un étage qu'il recouvre et qui renferme les *Ammonites Bucklandi* et *A. obtusus* et un autre étage qui renferme les *Ammonites Parkinsonii* et *A. contractus*, qui sont caractéristiques de l'oolite inférieure. Je néglige ici à dessein les espèces d'une dénomination douteuse et que je prierai M. A. d'Orbigny de déterminer. Donc l'étage à *Posidonia liasina*, en supposant même qu'on ne trouvât plus au-dessus aucun fossile, dessinerait un horizon assez bien marqué pour nous forcer de placer dans le lias inférieur l'étage des marnes bariolées et des calcaires rouges, qui est inférieur et concordant avec lui : si ce classement, déduit seulement de la superposition, s'appuie, de plus, sur l'existence, dans les mêmes calcaires, des *A. Bucklandi*, *A. obtusus* et *A. serpentinus*, on verra les caractères paléontologiques justifier entièrement les caractères géologiques, et par conséquent nos divisions.

Si à présent nous suivons ce calcaire rouge dans les contrées italiennes où il s'est développé, nous nous assurerons qu'au lac de Côme non seulement il possède les accidents minéralogiques qu'on lui reconnaît à la Spezzia, mais encore que les fossiles qui y ont été signalés sont tous liasiques (*Ammonites heterophyllus*, *A. elegans*, *A. fibulatus*, *A. Walcotii*, *A. insignis*, *A. radians*, *A. Scipionianus*, *A. thouarsensis*).

Pareillement en Toscane, les Ammonites trouvées jusqu'ici dans le calcaire rouge sont liasiques (*A. obtusus*, *A. Bucklandi* et *A. serpentinus*), comme à Caldana du Massitano, à Montieri, à Sassita, à la Pania di Corfino, etc.

Je suis heureux de me trouver sur ce point d'accord avec M. de Collegno, relativement à l'importance attribuée à l'horizon géologique de ce calcaire rouge. Ce que je n'admets point, ce sont ses restrictions quant à son âge précis : « Les fossiles qu'il renferme, dit notre savant confrère, paraissent devoir faire consi-

» dérer ce calcaire comme l'équivalent de l'étage oolitique inférieur, peut-être même de la partie supérieure du lias (1). » Ces dernières paroles laissent subsister un doute que la présence des *Ammonites Walcotii*, *A. Scipionianus*, *A. thouarsensis* et autres aurait dû, suivant nous, dissiper. Peut-être aussi cette réserve est-elle établie pour faire entrer les marbres de Carrare dans la formation jurassique. Ces marbres représenteraient alors le lias inférieur lorsqu'ils seraient recouverts par les calcaires rouges, ou toute la série oolitique métamorphique lorsqu'ils disparaîtraient, — hypothèse inadmissible, puisque nous avons vu dans le Campigliese Toscan un même calcaire rouge à Entroques et à Ammonites reposer sur la formation des calcaires saccharoïdes en discordance de stratification.

Mais revenons à notre coupe de la Coregna. Nous avons vu les schistes et les calcaires rouges former, au-dessous de Campiglia, un système épais qui se continuait jusqu'à la sommité des montagnes qui dominant la mer. Ces roches, vers le moulin à vent et dans le sentier qui conduit du village à l'église Santa-Catarina, sont recouvertes transgressivement par le macigno (M). Ce grès, qui appartient à la formation crétacée, est remarquable en ce qu'il contient des blocs assez volumineux de granite roulé. Si l'on admet avec M. Savi que les granites toscans sont tous postérieurs à la craie et contemporains de la période tertiaire, il serait intéressant de rechercher le lieu de provenance de cette roche ignée.

A partir du moulin, le macigno constitue un bourrelet montagneux qui court parallèlement à la mer et masque presque entièrement les calcaires rouges, dont une bande fort étroite se montre vers les points de contact, dans la direction du Pignone, comme d'un autre côté, vers le S., le prolongement des calcaires jurassiques vers les îles de Palmaria et du Tino continue sous la mer une partie de la formation elle-même, et ses rapports avec les autres terrains échappent à l'observation (2). M. de la Bèche s'est trompé en figurant dans ses coupes le macigno de Campiglia comme inférieur aux schistes rouges : sa superposition transgres-

(1) Loc. cit. p. 207.

(2) Dans la carte coloriée dont M. de la Bèche a accompagné son mémoire sur le golfe de la Spezia, le macigno et les marnes bariolées, confondues ensemble, figurent sous la dénomination de *grès brun* et de *schiste*, avec l'indication de *couches tourmentées*; mais la direction des teintes montre comment les rapports des calcaires rouges avec les terrains inférieurs, deviennent par le fait invisibles.

sive est un des faits les plus évidents, je dirai le plus général, puisqu'elle se soutient dans toute la Toscane, et elle sert par conséquent à séparer nettement l'une de l'autre les formations jurassique et crétacée.

La côte orientale du golfe de la Spezzia présente la même succession de couches que celle que nous a offerte la partie occidentale : seulement, comme le calcaire gris et la dolomie en forment le revêtement superficiel, les calcaires et les schistes rouges sont généralement recouverts et ne se trahissent que dans le fond des gorges ravinées, comme au-dessous de Fiascarino, et dans les falaises du S.-E. de Lerici, où ces mêmes schistes sont accompagnés de jaspes rouges et verts, que nous aurons occasion de signaler sur d'autres points, dans une position identique.

La coupe de Fiascarino est intéressante en ce qu'elle montre clairement que le prolongement du terrain infra-liasique, représenté par les schistes rouges, repose sur les conglomérats et les schistes cristallins du Capo Corvo, *sans l'intermédiaire du marbre de Carrare*, circonstance qui prouve l'indépendance de ces trois formations.

Avant d'abandonner le golfe de la Spezzia, qui, comme on le voit, jette tant de lumières sur les rapports des terrains stratifiés de la Toscane, résumons en peu de mots les faits importants que cette contrée présente.

Elle nous montre :

1° Le terrain de macigno (crétacé) discordant avec le terrain jurassique ;

2° Le terrain jurassique composé de cinq étages, qui sont de bas en haut :

a. Calcaires et schistes rouges infra-liasiques.

b. Schistes gris avec *Posidonia liasina* (lias supérieur).

c. Calcaires à *Ammonites* et *Bélemnites*.

d. Dolomie.

e. Calcaire gris à encrines.

} T. jurassique
inférieur.

3° Le terrain des schistes cristallins du Capo Corvo, discordant avec le terrain jurassique, est composé d'anagénites, de cipolins, de phyllades et de micaschistes.

Les calcaires gris, que nous considérons comme appartenant au terrain jurassique inférieur, et qui se montrent sur les deux portions du golfe, forment un ourlet, à la base occidentale des Alpes Apuennes, qui s'observe dans les environs de Carrara, passe par Massa et se continue, presque sans interruption, dans les montagnes qui

courent parallèlement à la vaste plaine de Viareggio et viennent expirer dans les alluvions du Serchio. Ils sont souvent encroûtés de cargneule dolomitique, et ils rappellent alors, sous le point de vue minéralogique, le muschelkalk du midi de la France. Audessus de Massazucoli, dans le duché de Lucques, ils deviennent bréchiformes, et ils contiennent une très grande quantité d'encrines passées à l'état spathique. A quelque distance de cette localité, entre les bureaux des douanes toscane et lucquoise, reparaisent les marnes et les calcaires rouges infra-liasiques, ceux-ci avec une abondance considérable de silex grisâtre disséminée en plaques et en rognons. La formation jurassique est recouverte là, comme à la Spezzia, en discordance de stratification : en effet, tandis que les schistes sont redressés presque verticalement, les grès crétacés viennent butter contre eux sous une faible inclinaison, et recouvrent à divers niveaux et indistinctement les argiles et les calcaires.

Les développements auxquels nous nous sommes livré sur le terrain jurassique du Campigliese Toscan, en parlant de ses rapports avec les marbres blancs, abrègeront considérablement notre travail, en nous épargnant la répétition de détails déjà connus ; nous avons fait ressortir, en décrivant la Grande Cave dans le vallon de Temperino, la discordance des calcaires rouges et des calcaires saccharoïdes et l'importance que ce fait, joint à la présence des fossiles, acquérait pour établir leur séparation. Ces calcaires rouges, qui, dans le golfe de la Spezzia, sont recouverts en grande partie par le macigno, enveloppent la base du Monte-Calvi et se montrent dans cette région avec une puissance que nous ne leur avons jamais reconnue ailleurs. Cela tient au soulèvement de cette chaîne de montagnes qui, ayant fait surgir la formation qui supporte le terrain jurassique, a mis sa partie inférieure tout-à-fait à découvert et nous a permis de retrouver le calcaire gris de fumée avec silex que M. de Collegno a cité dans les Alpes Lombardes, et qui forme le troisième groupe de son terrain oolitique. Dans le Campigliese, ce calcaire avec silex s'observe principalement sur les flancs orientaux du Monte-Calvi, qui s'abaissent si brusquement vers le village de Suvereto. Ses caractères sont peu variables ; sa couleur passe du gris au blanc sale ; sa texture, sans être précisément saccharoïde, n'est pas cependant compacte : elle participe de l'une et de l'autre et ressemble beaucoup à celle de quelques calcaires à *Chama ammonia*, des environs de Cassis, ou mieux des calcaires à *Diceras* d'Aventignan, dans les Pyrénées. Il renferme par places des lits de silex

blanchâtre, qui simulent quelquefois des couches interrompues, mais qui, le plus souvent, sont disposés en rognons parallèles, en indiquant la direction des strates.

Les fossiles ne sont pas rares dans ce groupe, mais ils sont tous spathisés et reconnaissables, seulement dans les surfaces usées par l'intempérie de l'air; ce sont généralement des univalves turriculées paraissant se rapprocher des *Fusus* ou des *Buccinum*, ainsi que des polypiers. M. Pilla a découvert, dans le même calcaire des montagnes Pisanes, quelques Ammonites et des Pentacrinites de mauvaise conservation. Si on peut restituer à ces corps enfouis les genres auxquels ils ont appartenu, je ne pense pas qu'il soit aussi facile de les ressusciter comme espèces.

Depuis le Monte-Calvino jusqu'au col de la vallée del Giardinino, où viennent aboutir les limites des communes de Campiglia, de Suvereto, de Sasseta et de Gherardesca, on marche constamment sur le calcaire à silex dont les couches très redressées atteignent le sommet de Monte-Calvi, où elles sont recouvertes par les calcaires rouges qui dominant le vallon de l'Ortaccio, occupent le vallon de Temperino, où ils reposent sur le marbre blanc, se prolongent dans le Montorsi, dans le Monte-Valerio et viennent s'enfoncer à Caldana sous la vaste plaine alluviale de la Cornia. A Caldana, le calcaire rouge est entremêlé de feuillets schisteux qui le font passer à un calschiste glanduleux au milieu duquel sont engagés de nombreux fragments d'encrines et quelques ammonites dont on aperçoit distinctement la structure sur les surfaces polies. Il est quelquefois fouetté de veines blanches, et il constitue alors un marbre griotte d'un très bel effet et qui figure avec honneur dans plusieurs monuments de Florence. Audessus du Poggio des Alunières, qui n'est autre chose que l'extrémité méridionale du Monte-Valerio, on exploite, pour l'entretien de la route Émilia, un calcaire compacte d'un grain très fin, à large cassure conchoïdale, susceptible d'être employé comme pierre lithographique, et passant successivement du rouge fleur de pêcher au rose, au grisâtre, à l'olivâtre et au verdâtre. En même temps il est traversé par de nombreuses veines spathiques qui contiennent du manganèse terreux, tandis que de belles dendrites tapissent les plans des couches et s'infiltrèrent dans la masse même du calcaire.

La localité la plus intéressante pour l'étude des calcaires rouges et avec silex est sans contredit celle de Sasseta, dont les environs en présentent de fort belles coupes. Comme les couches sont très redressées et les points qu'elles occupent presque entièrement

dénudés, on peut observer non seulement toutes les particularités de leur gisement, leurs alternances avec les schistes rouges, mais encore saisir leur épaisseur, qui n'est pas moindre de 3 à 400 mètres.

Cet étage, qui, comme nous l'avons dit, s'enfonce sur les alluvions, dans la plaine de la Cornia, et dont le prolongement vers Piombino est masqué par une colline d'alberese, reparait à l'île d'Elbe, sous le Forte-Falcone, en contact avec les serpentines, et dans la montagne de Volterrajo, entre Rio et Porto-Ferraio, avec les mêmes caractères que nous lui avons reconnus dans le Campigliese.

Les environs de Monte-Rotondo, de Montioni, de Gavorrano, de Ravi, les montagnes de Gerfalco et de Montieri offrent de nouveaux exemples de la présence du calcaire rouge et du calcaire à silx. D'après M. Savi, la Cornata de Gerfalco, dans la vallée du Pavone, renferme des empreintes très nombreuses d'Ammonites (1).

En considérant la constance des caractères de la partie inférieure de la formation oolitique, et qui se soutient sur des points très éloignés les uns des autres, au golfe de la Spezzia, au lac de Côme, dans les Alpes Apuennes, à Campiglia, à l'île d'Elbe, dans le Gavorrano, etc.; en considérant, en outre, la parfaite conservation des fossiles qu'elle renferme, je ne puis m'empêcher de considérer la couleur rouge dominante comme une couleur native et qui ne présente rien de plus extraordinaire que celle du marbre campan des Pyrénées, du grès bigarré de la Provence et des argiles tertiaires de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône.

Quoi qu'il en soit, enregistrons la découverte faite dans les calcaires rouges des *Ammonites heterophyllus*, *A. Bucklandi*, *A. obtusus*, *A. serpentinus*, *A. elegans*, *A. fibulatus*, *A. Walcotii*, *A. insignis*, *A. radians*, *A. Conybeari*, *A. Scipionianus*, *A. thouarsensis*, et leur recouvrement par les schistes à *Posidonia liasina*, et nous retrou-

(1) A l'époque où M. Savi écrivait ses Mémoires sur les Alpes Apennines et sur l'île d'Elbe (1833), il considérait tout le sol de la Toscane comme composé d'un terrain unique (macigno et alberese) plus ou moins altéré : or, comme le terrain jurassique est nécessairement recouvert par la craie, et que sa teinte rougeâtre contraste avec le ton foncé de celle-ci, il voyait dans sa coloration les traces des altérations que lui avaient imprimées les causes plutoniennes : mais depuis (*Sopra i carboni fossili delle maremme Toscane*, 1843, p. 58), il a arraché à la formation du macigno, non seulement le *verrucano*, mais encore les calcaires et les schistes rouges dans lesquels il cite les *Ammonites Conybeari* et *A. radians*.

verons dans la Toscane le lias inférieur et le lias supérieur formant deux étages bien marqués et non métamorphiques.

Le lias supérieur L^s (Fig. 7) est représenté dans les environs de Campiglia, comme au golfe de la Spezzia, par des masses puissantes de schistes bigarrés, qui depuis Sasseta s'étendent jusqu'à Caldana, en passant par le vallon de Fucinaja et par la fontaine de la Cisterna; bien que la couleur rouge soit la dominante, on y observe aussi le brun, le gris et le verdâtre. Leur stratification, quelquefois indiquée par l'alternance des teintes, ne devient bien distincte que lorsqu'ils renferment quelques couches calcaires intercalées, ce qui se manifeste nettement vers les points de contact et surtout dans leurs alternances avec le calcaire rouge. Bien que, le plus ordinairement, ils soient mats dans leur cassure et que leur friabilité les divise en très petits fragments allongés, qui se séparent d'après les faux joints de stratification, quelques parties ont cependant un aspect satiné, qui les fait ressembler à des phyllades de transition. Entre Caldana et Campiglia, ils passent à un schiste coticulaire et aux *Alunières* à un véritable schiste siliceux très tenace, à couches très minces contournées et repliées de mille façons bizarres. Cesschistes, ou, pour mieux dire, ces jaspes stratifiés que nous avons déjà examinés à Cerici (Spezzia) sont rougeâtres et traversés par des veines de quartz blanc. Entre Sasseta et la rivière de Cornia, ils constituent une partie des montagnes qui séparent la plaine de ce premier village de celle de Suvereto dans les environs duquel ils reparaissent dans le quartier dit *delle Foreste*. On les retrouve au-dessus de la petite chapelle de Santa Lucia de Caldana, à Monte-Rotondo, toujours dans la même position, c'est-à-dire concordant avec les calcaires rouges auxquels ils sont superposés; dans le chemin qui conduit à Castel-Nuovo par la forêt des Châtaigniers, leurs couches, coupées perpendiculairement par les eaux du torrent, présentent une structure rubanée et régulière, qui les fait ressembler, suivant l'expression de M. Savi, à de vraies constructions en brique. C'est au milieu de ces schistes que sont ouvertes, à Montioni et sous Campiglia, les carrières d'alun. La pierre qui le produit forme, dans la masse schisteuse, des espèces de filons irréguliers, grossièrement parallèles à la direction générale des couches, qui ne sont autre chose que les portions les plus argileuses des schistes siliceux, qui ont été attaquées par des vapeurs sulfureuses et converties en sulfate d'alumine.

Les montagnes de Volterrajo, de Monteserrato, enfin la chaîne entière parallèle au rivage, supportée par les serpentines, qui, de-

puis Porto-Longone, se poursuivent jusqu'à la chapelle de San a Catarina, au dessus de Rio, sont couronnées par un épais système de schistes siliceux rougeâtres, tourmentés dans tous les sens et alternant aux *Piani di Mundini*, avec des schistes argileux (galestro) grisâtres et verdâtres, qui se désagrègent avec la plus grande facilité, et avec des calcaires sonores, verdâtres noyés, au milieu de ce galestro.

Ces schistes-jaspes, très développés à l'île d'Elbe, à Monte-Cattini, à Romito, et placés, dans ces diverses localités, dans le voisinage des serpentines, ont été considérés, par presque tous les géologues, comme des schistes crétacés (galestro), endurcis et silicifiés par l'influence de ces roches ignées. J'avoue que j'ai moi-même partagé cette idée, sans restriction, lors de mes premières études en Italie; mais depuis que j'ai mieux étudié leur position, que je les ai vus à la Sasseta, à Campiglia, à Monte-Rotundo éloignés de tout terrain pyrogène, supportés et recouverts par d'autres schistes et des calcaires, qui n'avaient éprouvé aucune altération et avaient conservé leurs fossiles; quand je les ai vus, au-dessus de l'ermitage de Monte-Serrato, alterner dans toute leur épaisseur et avec la plus parfaite régularité avec des lits de schiste argileux et avec un calcaire qui n'avaient pas subi le moindre changement, je n'ai pu me rendre compte de ces alternances, qui se trouvaient en opposition si flagrante avec l'intervention de causes modifiantes qui auraient dû agir sur l'ensemble de tout le système; je n'ai pu ni expliquer comment des phénomènes si énergiques, capables de convertir des schistes argileux en jaspes, avaient pu s'exercer d'après une théorie de prédilection (qu'on me passe le mot), qui aurait frappé sur telles ou telles couches, mais de manière à ne jamais troubler l'harmonie des alternances et aurait changé entièrement l'aspect minéralogique des unes, en respectant les caractères originels des autres. Je suis bien éloigné de nier les réactions des serpentines sur les roches stratifiées qu'elles ont traversées; mais je demande comment à Romito un filon ophiolitique, qui pénètre en même temps et sur un même point dans les schistes du lias et dans les schistes de l'alberese, aurait pu rendre les premiers siliceux en les cuisant comme des briques, dont ils possèdent la teinte foncée, et n'aurait pas même altéré ni la couleur ni la texture des seconds, qui sont restés ce qu'ils sont partout, c'est-à-dire une roche très tendre et très friable. Je ne puis trouver une solution satisfaisante qu'en admettant que la serpentine a trouvé, au moment de son éruption, les schistes jurassiques

déjà siliceux, comme ils le sont dans le Campigliese, et aura laissé alors les uns et les autres dans leur état primitif.

L'étage des schistes rouges renferme de petits amas de manganèse oxydé terreux, qui forment comme des géodes noduleuses, ainsi que du manganèse métalloïde qui imprègne les schistes, comme on peut l'observer sur le chemin qui conduit aux alunières sous Campiglia.

M. de la Bèche (1) annonce que des nids de manganèse sont exploités dans la partie inférieure des jaspes, à la Rochetta.

Dans les Maremme Toscane je n'ai point retrouvé les calcaires jurassiques inférieurs de la Spezzia, soit qu'ils n'y aient point été déposés, soit qu'ils aient été recouverts par la formation crétacée.

Le terrain oolitique dans le Campigliese est traversé par de gros filons de fer hydraté, qui ont été, de la part des anciens, l'objet d'une grande exploitation. Les principaux s'observent au Monte Valerio, aux points de contact des schistes et des calcaires rouges : ils se lient, suivant toute vraisemblance, à ceux du Monte Rombolo, où l'on remarque de vastes excavations, connues sous le nom de *Bucche alle Capre* (2).

§ IV. Formation crétacée.

Les coupes que nous avons données de la Coregna (fig. 9) et de Campiglia (fig. 7) indiquent entre la formation jurassique et la

(1) *Mém. de la soc. géol. de France*, t. I, p. 55.

(2) Mon travail était déjà rédigé et envoyé à Paris, lorsqu'une lettre que j'ai reçue de mon ami M. Pilla m'annonce qu'au congrès de Milan la position du calcaire rouge à Ammonites a été l'objet d'une vive controverse, et qu'après une visite faite à Varèse, où l'on a recueilli l'*Ammonites contractus*, la *Terebratula diphyia*, et des *Aptychus*, dans un calcaire qui se lie insensiblement à un calcaire à fucoides. M. de Buch avait prouvé que le premier appartenait à la formation jurassique supérieure. L'autorité du savant prussien est d'un très grand poids dans la discussion des questions géologiques, mais elle ne peut prévaloir contre les faits. Il serait facile de prouver que dans toute la Provence, que dans la Drôme et dans le Gard, la *Terebratula Diphyia* est particulière au terrain néocomien inférieur, caractérisé par le *Spatangus retusus*, les *Belemnites dilatatus*, *Belemnites subfusiformis*, etc. C'est incontestablement dans cet étage que je l'ai recueillie moi-même dans les environs de Castellane, et que l'ont recueillie tous les géologues provençaux ; c'est encore dans cet étage que j'ai découvert le bel *Aptychus* que j'ai figuré et décrit sous

formation crétacée une discordance complète de stratification. Cette discordance se montre dans le groupe des montagnes Pisanes à Mazzasucoli, à Suvereto, sur les flancs du Monte Calvi, à la

le nom de *Blainvillii* dans mon mémoire sur ces fossiles. Déplacer dans le midi de la France la *T. Diphya* du terrain néocomien, ce serait détruire d'un seul coup la position reconnue aux fossiles signalés dans cette portion de la craie et planter un nouvel étage jurassique au-dessus de l'étage à *Gryphea virgula*, puisque dans le département du Var ces deux étages se trouvent superposés.

Mes observations concordent très bien avec celles de M. Catullo (t. I, 2^e série, p. 525 du *Bull. de la soc. géolog. de France*), qui considère le calcaire rouge de Varèse comme néocomien. M. de Collegno, qui combat M. Catullo (*sur les terrains stratifiés des Alpes Lombardes*, même volume), renvoie au travail de M. de Buch pour prouver que le *T. diphya* est jurassique; nous voyons, au contraire, que M. de Buch dit positivement que cette espèce est de la craie (*Mém. de la soc. géolog. de France*, t. III, p. 197); on n'élève quelques doutes que sur un exemplaire des Carpathes qui, dans un envoi se trouvait avec l'*Ammonites contractus* (Sow.), appartient vraisemblablement, dit le texte, à la formation jurassique. On n'aurait pas la prétention, je pense, de vouloir juger de la constitution des Basses-Alpes d'après un envoi de fossiles recueillis à Castellane ou à Barrême, où les formations jurassiques, crétacées et tertiaires sont également développées. Au surplus, que le calcaire de Varèse se reporte à l'étage qui lui a été assigné ou au terrain néocomien, c'est ce que je ne veux pas discuter en ce moment; mais je repousse l'assimilation qu'on voudrait en faire avec le calcaire du lac de Côme, de la Spezzia, de Campiglia, de Montieri, qui, dans ces diverses localités, renferme les *Ammonites Bucklandi*, *A. Walcotii* et toutes les espèces liasiques signalées dans le travail de M. de Collegno et dans le mien, et qui, de plus, est séparé de ce que j'appelle le *terrain jurassique inférieur* de la Spezzia par un étage puissant de schiste à *Posidonia liasina*. D'après les fossiles recueillis à Varèse par M. Catullo et par M. de Buch, et d'après ceux que j'ai recueillis moi-même en Toscane, je demeure convaincu que le calcaire à *Terebratula Diphya*, qui, pour M. Catullo et pour moi, est néocomien, n'est pas le même que celui du lac de Côme et des Maremmes à *Ammonites Bucklandi*, etc. Il y aurait donc équivoque de nom appliqué à deux choses différentes: sans la comparaison exacte des fossiles on ne peut pas plus se prononcer sur le parallélisme de deux formations éloignées l'une de l'autre, qu'on ne pourrait déterminer l'âge du terrain du Capo Corvo et de l'Altissimo d'après des échantillons de marbre blanc recueilli dans ces deux localités. Je laisse d'ailleurs au jugement de M. A. d'Orbigny, qui veut bien se charger de déterminer les espèces de mon *terrain jurassique inférieur*, qui est incontestablement superposé au calcaire rouge dans toute la Toscane, le droit de prononcer sur le mérite de ma réclamation.

base du Monte alla Croce, sur la route de Monte Rotondo à Massa. On voit pareillement, au-dessous de la Cornata, de Gorfalco, sur la berge droite du Pavone, l'alberèse et le macigno envelopper d'une ceinture continue les montagnes jurassiques qui forment les arêtes les plus élevées de la contrée. Ces exemples suffisent pour nous dévoiler l'indépendance du terrain crétacé et le séparer nettement des formations plus anciennes.

M. Savi m'a montré un *Hamites* (peut-être *Ancyloceras* ?) trouvé dans le macigno à S. Francisco di Paolo, près de Florence. M. Pentland a pareillement découvert une *Ammonites* dans les environs de cette ville : M. Pareto aurait fait une semblable rencontre dans le macigno des montagnes de Gènes.

A part ces céphalopodes excessivement rares, les seuls fossiles observés sont des *Fucoides intricatus* et *F. Targioni* et des *Nummulites*. Aux localités citées par M. Savi nous ajouterons Castel-Nuovo, où nous avons recueilli des *Fucoides*, Monte Rotondo, Pereta et Manciano, qui présentent des *Nummulites* en grande abondance.

Les caractères minéralogiques de la craie sont très simples : la partie inférieure est occupée par un schiste grisâtre, marneux (*galestro* des géologues italiens), dans lequel commence à paraître un calcaire bleuâtre, traversé par des veines spathiques blanches (*alberèse*) ; la partie supérieure est formée d'un grès micacé (*macigno*) extrêmement répandu dans toute l'Italie.

Tous les géologues sont d'accord pour considérer le terrain crétacé de la Toscane comme l'équivalent du *grès vert*.

C'est dans l'alberèse que gisent les mines d'antimoine sulfuré de Pereta et de Montauto, ainsi que des mines de galène et de cuivre pyriteux dans le *Massetano* (1).

Les descriptions qui précèdent nous conduisent à distinguer dans l'ensemble des terrains stratifiés de la Toscane cinq formations géologiques distinctes, qui sont :

1° La *formation des schistes cristallins*, qui occupe la base de tous les terrains. Les roches qui la composent sont le gneiss, le micaschiste, le stéaschiste, les cipolins, les phyllades, les anagénites et les grauwackes, — correspondant au système du Westmoreland et du Hunsrück.

2° La *formation du calcaire saccharoïde*, que nous avons vue si bien séparée de celle qui précède, au Monte Altissimo et dans la

(1) Pour les terrains tertiaires de la Toscane, voyez le mémoire inséré dans le 1^{er} vol., 2^e série, du *Bull. de la soc. géolog. de France*, p. 421 et suiv.

vallée du Frigido. L'absence de fossiles et son indépendance, par rapport au terrain jurassique, peuvent la faire considérer comme appartenant à la formation *silurienne* ou *devonienne*, — correspondant au système des ballons des Vosges.

3° La *formation jurassique*, qui, à la Spezzia, se laisse diviser très nettement en lias inférieur et supérieur et en terrain jurassique inférieur. Le calcaire rouge, qui dessine un horizon constant dans presque toute l'Italie, est un excellent point de repère pour la délimitation des étages. Les dislocations que l'on observe dans ce terrain, et qui le séparent de la craie, dislocations dont les environs de Mazanges, en Provence, présentent un exemple analogue, concordent avec le système de la Côte-d'Or.

4° La *formation crétacée*, caractérisée par la présence des *Fucoides* et des *Nummulites*, correspondant au système du Mont Viso.

5° La *formation tertiaire*, qui offre deux lignes de dislocations, dont l'une a affecté l'étage inférieur à *Palmacites Lamanonis* et à lignite collant, — correspondant au système des îles de la Corse et de la Sardaigne.

L'autre ligne, qui a affecté les terrains tertiaires moyens et les marnes sub-Apennines (Monte Silano), — correspondant avec le système de la chaîne principale des Alpes.

Nous terminerons notre travail par un tableau comparatif des terrains de l'Italie et de ceux de la Provence, afin que l'on puisse saisir d'un seul coup d'œil les rapports géologiques de ces deux contrées voisines.

DÉSIGNATION des terrains.	SUBDIVISIONS en étages et composition.	LOCALITÉS DE L'ITALIE	LOCALITÉS DE LA PROVENCE
Terrain tertiaire.	PLIOCÈNE.	Volterre, Sienne. . . .	Vence, Fréjus.
	MIOCÈNE.	Silano, Pomérançe. . .	Aix, Mirabeau.
	EOCÈNE.		
Terrain crétacé.	1 ^o Couches lacustres.	Monte Bamboli, etc. .	Vallée de l'Arc.
	2 ^o Couches marines.	Le Vicentin.	
Terrain jurassi- que.	Grès vert.	Toute l'Italie.	Provence.
	T. Néocomien	Calabre, Alpagos. . .	
Terrain jurassi- que.	Calcaire jurassique.	Spezzia, Massa.	Provence.
	Lias supérieur.	Campiglia, Spezzia. . .	
	Lias inférieur.	Campiglia, Spezzia, Mon- tieri.	
Trias.	Marnes irisées.	Le Vicentin.	Dépt. du Var.
	Muschelkalk.		
	Grès bigarré.		
Terrain houiller.	"	Manque	Esterel, Collo- brières, Plan de la Tour.
Terrain de tran- sition.	SILURIEN OU DEVONIEN.		
	Métamorphique, Cal- caires saccharoïdes.	Carrare, Alpes Apuen- nes, Ile d'Elbe, Cam- piglièse, Montagnes Pisanes.	Manque.
	SILURIEN.		
	Calcaire avec <i>Productus</i> et <i>Spirifer</i> .	Sardaigne.	
(Cambrien). . . .	PARTIE SUPÉRIEURE.		
	Anagénites, conglomé- rats, quartzite et grauwacke.	Rio, Stazzemma, Vallée di Calci, Capo Corvo.	
Terrain des schis- tes cristallins. . .	PARTIE INFÉRIEURE.		Chaîne des Maures et de l'Esterel.
	Gneiss, micaschiste, stéa- schiste, cipolin, phyl- lade.	Ile d'Elbe, Alpes Apuen- nes, Montagnes Pisa- nes, Capo Corvo.	

NOTA. Les motifs qui nous ont porté à séparer les marbres blancs de la formation jurassique sont, en premier lieu, la discordance de stratification observée à la Grande Cave et ensuite la difficulté de pouvoir considérer comme infra-liasique une masse si considérable placée au-dessous de couches non métamorphiques, qui sont infra-liasiques elles-mêmes, puisqu'elles contiennent l'*Ammonites Bucklandi* et toutes les autres espèces que nous avons mentionnées. Cette double considération a beaucoup de valeur à nos yeux et nous fait persister dans les conclusions rapportées dans ce tableau. Nous devons faire observer cependant que le passage du calcaire à silex au calcaire saccharoïde à San Giuliano (montagnes Pisanes) peut être opposé à notre opinion, et qu'il y aurait

alors à se demander si celui-ci ne serait pas le représentant du calcaire noir bitumineux, reconnu par M. de Collegno dans les Alpes Lombardes et introduit dans la formation jurassique. Ce calcaire bitumineux est-il réellement jurassique? Sa position au-dessous des calcaires rouges à *Ammonites Walcottii* ne pourrait-elle pas le faire considérer comme une dépendance des marnes irisées? Dans le département du Var, le passage entre le lias et les marnes irisées gypsifères s'opère par des transitions si naturelles que presque tous les géologues les ont confondus ensemble et en ont fait un seul et même terrain. Les calcaires rouges de la Grande Cave, observés dans l'escarpement qui indique leurs rapports avec les marbres blancs, se montrent franchement indépendants de ces derniers et s'en distinguent par leurs caractères minéralogiques et leurs fossiles. Examinés, au contraire, au-dessus même de la Grande Cave, mais sur le flanc de la montagne, ils paraissent se lier aux calcaires salins par des gradations tellement bien ménagées, que leur texture sub-saccharoïde ajoute à l'illusion et fait croire à une liaison qui, par le fait, n'a pas lieu.

Séance du 20 janvier 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Raulin, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Martins (Ch.), *Essai sur la météorologie et la géographie botanique de la France* (Extr. de *Patria*, col. 177 à 288 et 413 à 492); in-12. Paris, 1844.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1845, 1^{re} sem., t. XX, n° 2.

Annales des mines; 4^e série, t. VI, 6^e liv. de 1844.

L'Echo du monde savant; 1845, n°s 1 et 2.

L'Institut; 1845, n° 577.

The American Journal of science and arts, by Silliman; vol. XLVII, n° 1, juillet 1844.

The Athenæum; n° 899.

The Mining Journal; n° 491.

M. Gastaldi, ainsi qu'il l'avait offert précédemment (*Bulletin*, p. 53), adresse à la Société des fragments de la tige d'une Pentacrinite provenant des sables serpentineux verts qui appartiennent au terrain miocène de la colline de Turin. Cet envoi est accompagné de deux échantillons de *Spirulirostre* et de pièces détachées de la coquille d'un *Oscabrion*.

M. Rozet demande si cette encrine n'aurait pas appartenu primitivement au terrain jurassique, et si elle n'aurait pas été entraînée dans le terrain tertiaire par suite d'un remaniement.

M. d'Archiaë fait observer que M. Gastaldi a répondu d'avance à cette objection dans sa précédente lettre. Quant à lui, il trouve que cette encrine présente une certaine analogie avec celle qui se rencontre dans la craie de Valognes et d'autres localités.

CORRESPONDANCE ET COMMUNICATIONS.

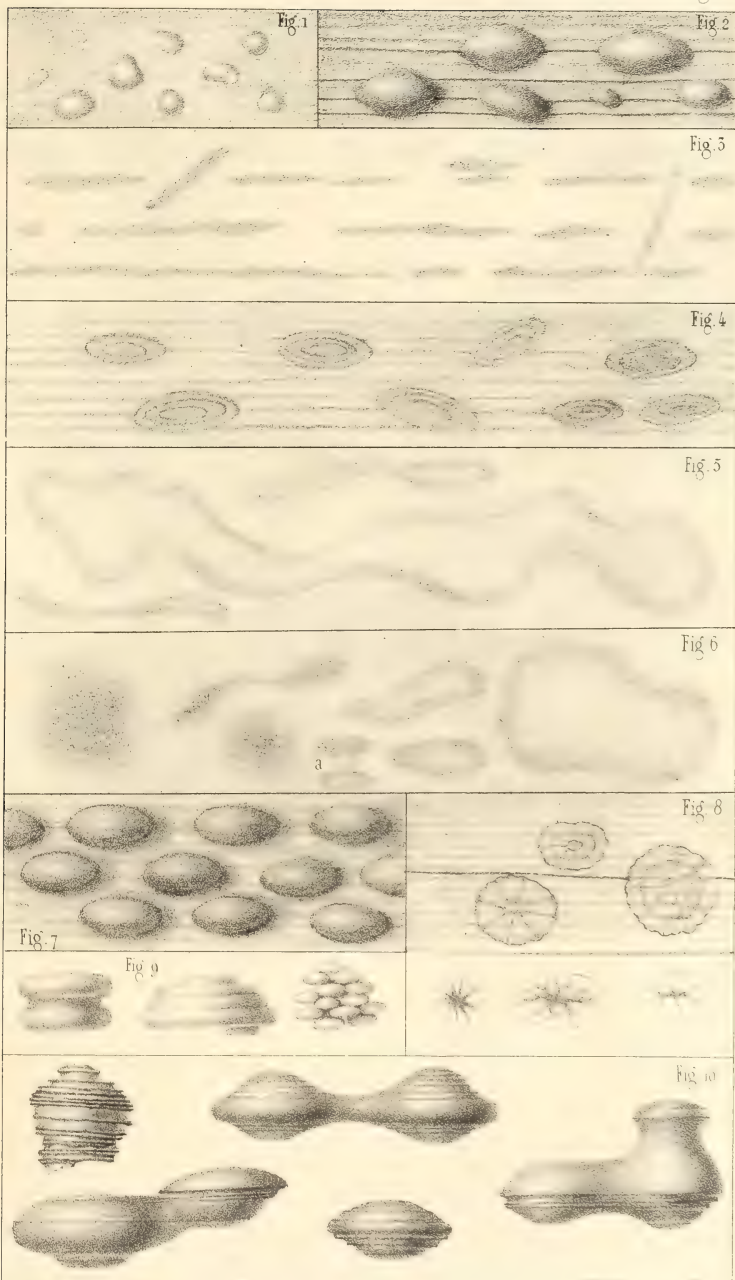
On lit une lettre de M. A. de Ville de Quincy, syndic de la ville de Chambéry, qui, au nom de l'administration de cette ville, remercie la Société de l'envoi qu'elle a fait à la bibliothèque de Chambéry de la collection du Bulletin et de la seconde série des Mémoires, en souvenir de sa réunion dans cette ville.

M. Virlet d'Aoust lit le mémoire suivant :

Notes sur quelques phénomènes de déplacements moléculaires qui se sont opérés dans les roches postérieurement à leur dépôt, adressées à M. Becquerel, membre de l'Institut, par M. Virlet d'Aoust.

J'ai lu avec d'autant plus d'intérêt le premier mémoire de M. Becquerel, *Sur les courants électriques et de leur influence sur les phénomènes de la décomposition et de la recombinaison dans les terrains qu'ils parcourent* (1), que je m'occupe depuis longtemps des modifications que les roches ont presque toutes éprouvées, mais à des degrés différents, postérieurement à leur dépôt. Le

(1) *Comptes-rendus de l'Ac. des Sc.* t. XIX, séance du 18 nov. 1844.





prochain mémoire de ce savant devant particulièrement traiter de l'*Influence exercée par les courants électriques sur les roches*, je vais présenter quelques faits qui se rattachent à cette question importante.

Déjà en 1833, dans la *Géologie de la Morée* (1) et en 1835 à la Société géologique de France, j'avais été amené à penser que les roches, en raison de la diversité de leurs éléments et du plus ou moins d'humidité qu'elles contiennent, pouvaient devenir, dans de certaines circonstances, les éléments d'autant de piles et donner lieu à des courants électriques, sans le concours desquels plusieurs faits géologiques s'expliqueraient difficilement.

C'est ainsi que je considère les *sphérosidérites*, les *cherts*, les *chailles*, les *septarias*, etc., comme s'étant non seulement formés postérieurement au dépôt des terrains qui les renferment, par suite d'un déplacement moléculaire, mais comme pouvant même continuer à se former encore de nos jours et comme étant, en quelque sorte, les *témoins* des modifications que ces terrains ont eux-mêmes éprouvées depuis leur formation.

J'ai eu occasion d'observer récemment, par exemple, deux cas très curieux de sphérosidérites, qui ne me permettent plus de douter de leur formation postérieure, et qui me les font regarder comme des centres d'attractions, où les molécules ferrugineuses, transportées par un courant électrique ou une force analogue, sont venues se grouper concentriquement.

Le premier consiste en nodules de fer carbonaté lithoïde très compacte, à formes sphéroïdales remarquables, qui se rencontrent fréquemment dans des argiles schisteuses, houillères, très micacées, au milieu desquelles se trouve creusé l'un des souterrains que doit traverser le chemin de fer allant des houillères de la Ricamarie à Saint-Etienne (Loire). Ces espèces de *boulets*, comme les appellent les ouvriers, coupent les feuillets du schiste, dont ils se sont assimilés les éléments. (Voyez fig. 1^{re} de la planche IV.)

Le second cas consiste également en nodules ellipsoïdaux plus aplatis de fer carbonaté lithoïde, qui existent, non dans le terrain houiller, mais dans des argiles jurassiques de l'*Oxford-clay*, dans lesquelles se trouve la couche de fer hématite, qu'on exploite près de la Voulte (Ardèche). Ces rognons interrompent aussi d'une manière très nette les lits d'argile et les petites couches de fer très minces qui s'y trouvent intercalées. (Voy. fig. 2.) On ne peut évi-

(1) *Expédition sc. de Morée, section des sc. phys.*, t. II, 2^e partie p. 68, 184, 186 et 298.

dennent les considérer comme des galets ; car , dans ce cas , les couches , au lieu de se trouver interrompus et d'avoir été assimilées aux sphéroïdes , les auraient enveloppées en se déposant , ainsi que cela s'observe dans tous les dépôts argileux , quand ceux-ci renferment des fragments préexistants un peu volumineux.

Dans les deux exemples de sphérosidérites que je viens de décrire , la schistosité de la roche encaissante a tout-à-fait disparu ; cependant on peut encore distinguer dans l'intérieur de ceux de la Voulte des zones différemment nuancées correspondant aux différentes assises du schiste , au milieu desquelles ils se sont formés : ces sphérosidérites ne sont donc , par conséquent , que ces schistes eux-mêmes modifiés et fortement pénétrés par du carbonate de fer. Ils contiennent dans leur intérieur des *Astarte* , des *Ammonites* déprimées et un fossile encore inconnu. J'ai également rencontré dans la couche de fer qui se trouve immédiatement au-dessus de cette assise noduleuse l'*Ammonites Backeriac* (Sow.) et l'*A. Moreanus* (d'Orb.) , qui se trouvent également , suivant ce dernier auteur , à Liffol , près Neufchâteau (Vosges) , précisément dans une couche d'oolithe ferrugineuse du même étage.

Si nous entrons dans la couche de fer de la Voulte , il serait facile d'y reconnaître , comme dans celle de Sargans , canton de St-Gall (Suisse) , que j'ai fait connaître (*Bull.* , t. VI , p. 313) , des phénomènes de métamorphisme et de déplacement moléculaires non moins curieux , car je pense que ces couches à minerais , souvent d'aspect plutonique , étaient très probablement dans l'origine à texture oolitique , comme celles qu'on observe ailleurs , dans les mêmes horizons géologiques ; mais je me bornerai à ajouter ici qu'en général les molécules métalliques ont une grande tendance à se déplacer et que les phénomènes qui , à différentes époques , ont donné lieu à la formation des sphérosidérites , se sont reproduits à des époques très récentes , et se continuent même encore aujourd'hui , car la plupart des minerais de fer d'alluvion , principalement les limonites en rognons géodiques , sont certainement dus à un déplacement moléculaire semblable.

L'action des courants électriques ou de forces analogues s'explique d'autant mieux en cette circonstance que ces minerais existent tous au milieu de dépôts très récents , très perméables à l'eau et à des profondeurs bien au-delà desquelles les agents météorologiques vont évidemment exercer leur influence. Il est facile , d'ailleurs , de se convaincre qu'ils ne doivent leur formation ni à des infiltrations ferrugineuses ni à un dépôt contemporain de celui de leurs gangues , et que si les éléments du fer ont origi-

nairement été déposés avec ces-ci, ils n'ont pu l'être qu'uniformément.

Les rognons siliceux nommés *cherts*, si abondants dans quelques terrains, ont également une origine postérieure, et, ce qui le prouve, c'est leur position souvent inclinée et quelquefois même verticale par rapport au plan des couches qui les renferment, position qu'ils n'auraient certainement pas conservée si, étant d'origine antérieure, ils avaient dû se déposer à la manière des galets; on ne les verrait pas non plus, comme j'ai eu occasion de le remarquer fréquemment, au milieu des jaspes crétacés de la Grèce, occuper plusieurs bancs. (Voy. fig. 3 et 4.) Mais ce qui m'a surtout entièrement convaincu de la postériorité des *cherts* en général, ce sont les observations que j'ai eu occasion de faire à ce sujet dans les calcaires jurassiques qui forment la partie orientale de la chaîne des Cévennes.

En parcourant les flancs des montagnes si déchirées et si rugueuses de cette région de la France, on peut observer, et notamment sur la route qui conduit de Saint-Ambroix aux mines de Bessèges, de nombreux *cherts* à tous les degrés de formation; et le phénomène peut s'y comparer à celui des *nébuleuses*, car au milieu des bancs calcaires s'aperçoivent tantôt des parties siliceuses, à formes tout-à-fait diffuses et nuageuses; tantôt des zones concentriques et souvent très allongées et irrégulières, où l'on voit que les molécules siliceuses ont été arrêtées dans leur marche vers le centre; plus loin, ou dans d'autres bancs, ce sont des nodules aux formes encore incertaines, qu'on observe à côté d'autres nodules aux formes les plus accusées et qui annoncent une opération complètement terminée. Ainsi, là on surprend en quelque sorte la nature sur le fait. (Fig. 5 et 6.)

Lorsqu'on envisage, en effet, l'ensemble de ce phénomène curieux, on reconnaît qu'un dépôt simultané de tous les éléments constitutifs de la roche, avec un *départ* de la silice, affectant, au milieu de la masse calcaire, des formes aussi bizarres et surtout *enveloppantes*, est tout-à-fait impossible, quelque force d'attraction moléculaire qu'on puisse supposer à la silice.

La cause qui a déterminé ici ces changements dans les calcaires paraît avoir également réagi sur les couches argileuses avec lesquelles ils alternent, et celles-ci ont parfois acquis une structure nodulaire et sphéroïdale, qui les ferait prendre à distance pour des poudingues à très gros galets. Le même phénomène se répète avec des circonstances analogues dans les couches argileuses néo-

comiennes de la montagne de la *Dent-du-Chat*, près Chambéry. (Figure 7.)

Certains terrains argilo-marneux renferment, au lieu de rognons siliceux, des nodules calcaires ou calcaréo-marneux appelés *chailles* dans le Jura, et dont l'origine est évidemment la même que celle des cherts : seulement, ici, ce sont les molécules calcaires qui ont subi le déplacement. Les *chailles* renferment souvent, comme les sphérosidérîtes, des fossiles, et nous en avons vu, dans la collection de M. Thirria, qui contenaient des madrépores ; elles sont d'ailleurs aussi quelquefois silicéo-calcaires et prennent plus communément alors le nom de *sphérîtes*. Enfin ces masses ovalaires ou aplaties de calcaire marneux, que les Anglais nomment *septaria*, et qui sont si abondantes dans l'argile de Londres, où, suivant MM. Conybeare et Phillips (*Outlines of Geol.*, p. 27), elles se présentent quelquefois sur plus de deux cents pieds de puissance, sont encore, ainsi que les nodules analogues qu'on rencontre dans les marnes oxfordiennes de l'Isère, le résultat d'un phénomène de déplacement moléculaire analogue. Les fissures remplies de spath calcaire, qui fréquemment remplissent l'intérieur de ces masses, sont dues à un phénomène évidemment postérieur à la formation des *septaria*. Je pense qu'il faut encore rapporter à ce genre de phénomènes la formation de certains grès en masses noduliformes qu'on remarque assez fréquemment au milieu des sables incohérents des différentes époques géologiques, comme, par exemple, dans ceux de Fontainebleau et dans les sables verts aquifères de la craie inférieure ; et l'on doit regarder comme une circonstance très heureuse pour la science, par exemple, que la sonde du puits de Grenelle n'ait pas rencontré une de ces masses de sable aggloméré, car elle aurait fort bien pu traverser la couche aquifère sans obtenir d'eau. Les prévisions de la géologie n'eussent pas été en défaut pour cela sans doute ; mais le public, qui ne peut juger que par les résultats, aurait bien pu ne pas avoir cette opinion. Ces agglomérations isolées et à formes ellipsoïdales plus ou moins considérables, au milieu de masses sableuses, ne s'expliqueraient pas facilement par des infiltrations ordinaires ; il faut donc admettre que la matière du ciment a été amenée là par une cause qui l'a déterminée à se fixer sur certains points plutôt que sur d'autres.

Ce qu'il y a surtout de remarquable dans tous ces phénomènes, et ce qui semble confirmer l'existence de courants dans les couches et leur action dans la formation de tous ces nodules ferrugineux, calcaires ou siliceux, c'est que généralement ils sont disposés en

zones régulières et suivant les plans de stratification, soit dans des argiles, soit dans des calcaires, soit même dans des grès ou des sables.

La formation des rognons siliceux et calcaires, comme celle des *Ætites* et autres rognons ferrugineux, s'est également continuée jusque dans les formations les plus modernes ; ainsi, sans parler des nombreux silex cornés, pyromagues, ménilithes, etc., qu'on rencontre dans les différents étages du terrain tertiaire, je rappellerai les masses nodulaires de calcaire compacte et géodique renfermant de petits cristaux de strontiane sulfatée apotome signalées à Autenil et à Bougival, dans l'argile plastique, par MM. Becquerel et Al. Brongniart (*Description géologique des environs de Paris*, 3^e édition, p. 138 et 188). J'ai eu occasion de reconnaître moi-même de ces nodules calcaires dans les marnes bleues sub-apennines de la Morée ; on en cite également dans différents terrains d'alluvion, et enfin M. Pomel a observé, au milieu des terrains d'atterrissement les plus récents de l'Auvergne (*Bull.*, t. xiv, p. 209), des nodules tuberculeux ou cylindroïdes silicéo-calcaires, renfermant de petits cailloux ou des fragments d'os, qui semblent, dit-il, avoir servi de centres d'attraction.

Il existe beaucoup de roches à structure globulaire ou sphéroïdale, comme, par exemple, les syénites et les porphyres orbiculaires de la Corse ; les grès lustrés à nodules ovoïdes du Courcoula que nous avons fait connaître, M. Boblaye et moi (*Géol. de la Morée*, p. 105 et 184) ; les syénites nodulaires de la vallée du Connecticut, décrites par M. Hitchcock (*Report on the Geol., Min., etc., of Massachusetts*, p. 462) ; mais ici et dans beaucoup d'autres roches à formes analogues, ces différentes structures sont dues ou à un mode de cristallisation particulier, ou à des mouvements moléculaires postérieurs qui ont modifié la structure originale sans rien ajouter aux éléments de la roche ; ce sont des réactions chimiques ou des phénomènes d'attractions et de répulsions moléculaires favorisées par une cause quelconque ; mais ce métamorphisme est bien différent du phénomène qui a produit les masses nodulaires que je viens de signaler, et il pourrait bien plutôt se comparer à celui qui s'opère souvent dans les mélanges plastiques lorsqu'on les laisse trop longtemps sans les utiliser ; ils passent, par suite de véritables réactions des matières les unes sur les autres, de l'état de mélanges à celui de combinaisons chimiques, et deviennent alors impropres à la fabrication.

Enfin une formation, qui ne paraît pas moins digne d'attention, est celle des *silex meulières* de Paris. Ma première pensée, en exa-

minant ces silex cariés, si recherchés pour les constructions, fut qu'ils devaient avoir une origine analogue à celle de la fameuse *Pierre meulière de Milo* (Archipel grec), qui se forme encore de nos jours, aux dépens de couches de trass et de conglomérats trachytiques, par l'influence de la chaleur et des gaz acides qui se dégagent à travers un sol volcanisé (1); et j'étais d'autant plus porté à supposer aux *pierres meulières parisiennes* un mode de *silicification* analogue, que je venais de reconnaître que les nombreux jaspes et silex, si abondants dans certaines alluvions modernes, résultaient d'une transformation d'argiles alluviales anciennes par suite d'actions analogues et d'émanations ferrugineuses et manganéso-fères. Mais j'ai dû complètement modifier cette opinion préconçue, lorsque j'en suis venu à étudier le gisement des silex cellulés qui couronnent presque tous les hauts plateaux des environs de Paris.

Le résultat de mes observations a été de me convaincre que toutes ces meulières n'avaient pu se former que dans la gangue argilo-sableuse au milieu de laquelle elles se trouvent fort irrégulièrement disséminées, et qu'elles s'y étaient formées à la manière des cherts, c'est-à-dire par le déplacement et la réunion des molécules siliceuses; car si le rapprochement de ces molécules avait dû se faire par un commencement de fusion de la masse argileuse, comme pour les meulières de Milo, la conservation d'empreintes de coquilles ou la conversion en silex de leurs tests, qu'on y observe quelquefois, ne s'expliqueraient pas; et l'argile elle-même, ainsi que la masse de sable au-dessus de laquelle elle repose, aurait certainement conservé des traces d'actions calorifiques ou de corrosions, que ni l'une ni l'autre n'indiquent. Les silex paraissent souvent, au contraire, s'être formés suivant les lignes de fissures de la gangue argileuse, ce qui leur donne une apparence de dérangement, qu'il faut attribuer, selon moi, à leur seul mode de formation.

M. C. Prevost, qui, en 1826, a si bien décrit ce terrain (2), admettait également que les silex meulières étaient en place: seulement, il pensait alors qu'ils avaient pu se former par voie d'agrégation chimique, en même temps que la gangue limoneuse se dé-

(1) *Géol. de la Morée*, p. 294 et 312, où j'ai été amené par analogie à supposer la même origine aux porphyres molaires de la Hongrie (*Mühlsteins porphyre*), décrits par M. Beudant, dans son *Voyage min. et géol. en Hongrie*.

(2) *Bulletin de la soc. Philom.*, octobre 1826.

posait mécaniquement. Cette hypothèse ingénieuse et hardie pour l'époque ne me paraît cependant pas plus admissible pour expliquer la formation de ces silex, parfois aussi *enveloppants* (1), que pour ceux des calcaires métamorphiques des Cévennes.

M. Puillon de Boblaye était presque arrivé, par l'observation des faits, à émettre la même opinion que moi sur la formation des silex meulières. Voici, en substance, ce qu'il dit dans la coupe du terrain siliceux de Meillant (Cher), qui appartient à l'oolite inférieure, et qu'il a communiquée à M. Dufrénoy : on trouve d'abord de grands bancs variant du silex compacte au silex meulière carié, etc.; ils sont recouverts par des plaquettes de calcaires ferrugineux, endurcis par un suc siliceux quelquefois fort abondant, et donnant lieu à des silex tendres et effervescents. Dans leur cassure, ces plaquettes siliceuses présentent des coupes assez nombreuses de térébratules, qui forment en même temps, à la surface, des parties saillantes arrondies. Leurs tests, en se dessinant en blanc, donnent à la roche l'apparence d'une lumachelle. Ces plaquettes sont quelquefois à l'état oolitique; il semblerait alors que le calcaire oolitique a été pétrifié par le même procédé que les fossiles. Cette circonstance intéressante, ajoute M. Boblaye, pourrait jeter quelque incertitude sur le rôle que la silice a joué dans cette formation, et la faire regarder *comme ayant été introduite postérieurement dans ce terrain*.

« L'ensemble des phénomènes conduit au contraire M. Dufrénoy à penser que les couches puissantes de meulières de la Ferté et de Meillant, ainsi que les couches de silex que l'on observe dans quelques parties du terrain jurassique, sont des produits naptuniens dus à des causes analogues à celles qui ont donné naissance au calcaire. La transformation des coquilles à l'état siliceux peut avoir eu lieu à la même époque que ce dépôt général de silice, et il est naturel de supposer que les mêmes eaux qui tenaient cette substance en dissolution ont eu la propriété de remplacer le test des coquilles qui étaient soumises à leur action. L'ossification siliceuse est donc probablement de même époque, soit qu'elle ait eu lieu directement, ou qu'elle ait été le résultat de la pétrification du calcaire oolitique. » (Bull. t. XIV, p. 318.)

J'ajouterai que le transport postérieur de la silice me paraît

(1) J'appelle ici les silex *enveloppants* parce qu'en effet il arrive souvent qu'un même bloc enveloppe totalement, sans la modifier en rien, une partie de la gangue argileuse.

encore surtout démontré par les nombreux silex de la craie du bassin parisien, qui parfois ne sont que des corps organisés, pénétrés ou englobés par la silice, et qui d'autres fois forment simplement des géodes bizarres, au milieu desquelles, ainsi que l'a reconnu M. d'Orbigny, sont parfaitement bien conservés tous les polypiers et autres petits corps fossiles qui composent en grande partie la craie; et l'on voit même ces corps fossiles se prolonger dans les parties pénétrées par le silex, sans en être altéré.

Le transport postérieur de la silice, du fer et d'autres substances est encore démontré d'une manière évidente et incontestable par les nombreux bois pétrifiés qu'on rencontre partout et dans toutes les formations, et où l'on peut souvent reconnaître, principalement dans ceux qui ont été silicifiés, que les parties les plus délicates de l'organisation végétale ont été parfaitement conservées; au contraire, les tiges qui ont été converties soit en carbonate de chaux, soit en carbonate, en oxide ou en sulfure de fer, conservent rarement des traces d'organisation, ce qui tient sans doute à la compacité habituelle de ces matières; cependant j'ai eu occasion d'observer fréquemment, au milieu des couches de houille du terrain houiller de St-Berain (Saône-et-Loire), des tiges plus ou moins aplaties de *Calamites*, converties en carbonate de fer lithoïde, et souvent de 30 à 40 pieds de longueur, où, à la cassure et même au poli, apparaissait encore cette organisation rayonnée intérieure très singulière, qui s'accuse par des lignes noires charbonneuses divergentes du centre à la circonférence.

J'ai adressé à nos confrères, MM. l'abbé Landriot pour le musée d'Autun et Ad. Brongniart pour celui de Paris, de beaux échantillons de ces tiges ferrugineuses. Enfin j'ai signalé depuis longtemps (*Bull.*, t. iv, p. 337) des tiges d'arbres, des lignites de l'argile plastique à Sars-Potterie, près Avesnes (Nord), qui ont été convertis partie en pyrite de fer et partie en silex.

A ces faits, qui sont très nombreux dans la nature, je crois devoir en ajouter un dernier non moins intéressant, en ce qu'il prouve d'une manière évidente que les déplacements moléculaires se continuent encore aujourd'hui. Il consiste en la découverte qui a eu lieu, il y a à peu près un an, aux environs d'Autun, dans des fouilles faites par la Société archéologique de cette ville, près de l'ancien temple de Janus, de quatre vaisseaux en forme de tonneaux, qui étaient en très grande partie pétrifiés et incrustés par du carbonate de chaux. M. l'abbé Landriot, qui a décrit ce curieux phénomène dans une note imprimée et commu-

niquée à la Société Éduenne, a pu reconnaître encore, sur quelques parties de ces vases, qui avaient conservé les empreintes des cercles et des douves, l'organisation des dicotylédones.

En résumé, le déplacement et le transport moléculaire dans les couches postérieurement à leur dépôt me paraissent l'un des phénomènes les plus évidents, et qu'on devra désormais faire intervenir parmi ceux qui sont destinés à expliquer la question, beaucoup plus complexe qu'on ne se l'imagine généralement, du *métamorphisme des roches*.

J'ai cru utile, poursuit M. Virlet, de compléter mes observations sur la question des différentes formations nodulaires, par l'analyse chronologique des principaux mémoires qui ont traité de ce sujet, et d'exposer succinctement les différentes idées théoriques des géologues dont l'attention s'est particulièrement fixée sur ce phénomène intéressant.

En 1816, M. Buckland ayant fait suivre sa *Description du Paramoudra, corps fossile très singulier qui se trouve dans la craie du nord de l'Irlande*, de quelques *Observations générales sur les silex de la craie, tendant à expliquer l'histoire de leur formation* (*Geol. Trans., first series*, t. IV, p. 413), dit que les nodules siliceux de la craie, soit irrégulièrement isolés, soit disposés en lignes, semblent avoir été produits par des causes analogues à celles qui ont engendré les nodules et les lits de cherts de la pierre de Portland, du calcaire de montagne de Mells, des calcaires oolitiques du Yorkshire et des environs de Poligny, où l'on observe des couches très étendues de cherts disposés en nodules ressemblant tout-à-fait, pour la forme, les dimensions et leur disposition, aux silex de la craie. La seule différence tient à ce que l'arrangement nodulaire est beaucoup plus prédominant dans la craie que dans les autres formations, où les concrétions siliceuses se présentent plus fréquemment en plaques continues ou presque continues.

Ces concrétions et les couches siliceuses paraissent à M. Buckland avoir été formées pendant que la matière qui les enclave était encore molle, et être arrivées à un état de consolidation presque contemporain. La séparation de la silice de la masse calcaire se serait opérée par suite de forces attractives qui entraînaient les molécules siliceuses vers certains centres.

Comme, dans beaucoup de ces concrétions, on ne peut reconnaître de noyau étranger, il semble assez difficile de dire la cause qui a déterminé leur centre d'action; dans tous les cas, il ne paraît pas possible, à l'auteur, d'admettre qu'elles aient pu être formées par des infiltrations dans des cavités préexistantes.

outre la difficulté de pouvoir expliquer la formation de semblables cavités par couches régulières, on ne comprendrait pas qu'aucune d'elles ne fût restée vide ou seulement remplie partiellement. D'un autre côté, il est impossible d'admettre une semblable origine pour ceux de ces nodules dont la forme dérive entièrement de celle des corps étrangers que la silice n'a fait qu'incruster.

M. Buckland ajoute qu'il existe encore de nombreux exemples de l'arrangement stratifié de concrétions géodiques argileuses, dans les couches de septaria des argiles de Sheppey et de Kimmeridge, et que des lits de concrétions silicéo-calcaires sont également abondants dans plusieurs dépôts sableux, notamment dans le grès vert de l'île de Wight, dans celui de Stonesfield et dans celui de l'oolite inférieure des environs de Bath. Il fait observer enfin, en terminant, que l'absence de tout arrangement en zones concentriques ou parallèles des silex de la craie doit les faire distinguer des géodes d'agate des terrains trappéens, auxquels il suppose une origine toute différente (Voir sa note p. 419).

En 1822, MM. Conybeare et Phillips ont donné quelques détails sur la formation des septaria (*Outlines of Geol. of England and Wales*, p. 26). Partout où se montre l'argile de Londres, soit en escarpement, soit qu'elle ait été fouillée par des puits, elle a constamment été reconnue contenir des couches de masses ovales ou aplaties de calcaire argileux, nommées *septaria*, et qui en raison de leur abondance ont été considérées comme caractéristiques de cette formation, quoique ce ne soit pas le seul terrain d'Angleterre où il en existe. Ces masses sont d'ordinaire, mais non toujours, fendillées à l'intérieur comme si elles avaient été traversées en divers sens par des fissures qui sont entièrement ou partiellement remplies de spath calcaire ou de sulfate de baryte. (Voy. pl. IV, fig. 8.)

Les septaria sont si communs sur la côte d'Essex et dans les environs d'Harwich, que les rues de cette ville en sont pavées, et que la plupart des murs en sont construits. Le long escarpement d'argile de Londres, qui s'étend sur le côté septentrional de l'île de Sheppey, en fournit aussi abondamment; ils en sont détachés par l'action des vagues; on les ramasse en tas et on les exporte en différents points pour fabriquer cette excellente chaux hydraulique connue sous le nom de *ciment de Parker*. Dans les collines de Hampstead et de Highgate, dans le Middlesex et dans celles de Boughton, dans le comté de Kent, les couches de septaria commencent à environ 50 pieds du sommet; dans la colline de Shooter, elles n'affleurent qu'à la surface, et à Epping on ne les rencontre

qu'à 100 pieds de profondeur et elles s'y continuent jusqu'à celle de 300 pieds.

1825. J'ai déjà parlé des nodules calcaréo-marneux de l'argile plastique, signalés par MM. Cuvier et Brongniart dans leur *Description des environs de Paris* (t. 2, p. 341), qui les regardent comme des masses agrégées par concrétions. M. Mac Culloch a également signalé (*Système of geol.*, t. 1, p. 179) dans des calcaires argileux et des grès qui les accompagnent, des sphéroïdes fort aplatis et de larges dimensions qui se trouvent réunis deux à deux par une espèce de tige cylindrique. J'ai eu occasion de voir l'été dernier, dans la collection de M. le baron d'Hombres Firmas. à Alais, des cherts ainsi réunis et ressemblant à des espèces de chevalets ou à ces champignons doubles dont se servent les chapeliers. Mais ces bizarreries de la nature n'offrent d'intérêt que par leur plus ou moins de ressemblance avec des objets de fabrique humaine. (Voy. fig. 6, a.)

En signalant, en 1833 (*Géol. de la Morée*, p. 384), des nodules de jaspe, je disais que dans plusieurs localités les jaspes (de la craie) « présentent des rognons sphéroïdaux, tout-à-fait semblables, » pour la forme et même pour les couleurs, aux rognons de fer carbonaté lithoïde des terrains houillers. Ces nodules, plus ou moins volumineux et à structure testacée, sont presque toujours plus épais que les couches qui les renferment; ils interrompent ainsi la régularité ordinairement si parfaite des assises de jaspe. Il serait difficile d'expliquer cette disposition singulière au milieu des couches, si l'on n'admettait pas qu'elle est le résultat d'une modification postérieure à laquelle les jaspes eux-mêmes doivent peut-être aussi leur existence. » (Voy. fig. 4.)

Ces singuliers nodules, exactement de la même nature que les jaspes, et qui occupent quelquefois plusieurs strates, m'avaient en effet assez frappé pour m'amener dès lors à considérer les jaspes enveloppants comme n'étant que des argiles schisteuses métamorphosées, et dans lesquelles ces nodules s'étaient formés postérieurement, par suite d'actions concentriques.

Dans la même année (1833), M. Hitchcock a décrit (*Report on the geol., min., etc., of Massachusetts*, p. 188) des concrétions curieuses de calcaire argileux compacte qui existent dans la vallée du Connecticut, au milieu des argiles du terrain tertiaire le plus récent, et auxquels on donne le nom de *Claystone*, à cause de leur ressemblance avec de l'argile endurcie qui aurait été arrondie par l'action des eaux. Ces concrétions, quelquefois presque sphériques, d'autres fois en sphéroïdes si aplatis qu'ils deviennent lenticulaires,

varient dans leurs dimensions depuis la grosseur d'un œuf de pigeon jusqu'à celle de deux pieds de diamètre; ils sont souvent très fortement réunis entre eux, et quand ils sont en nombre ils ressemblent à des masses botryoïdes; d'autres fois ils sont si rapprochés qu'ils forment des plaques souvent de plusieurs pieds, et où les nodules ne s'accusent que par des ondulations de la surface. Dans tous les cas, ces concrétions ne dépassent jamais en épaisseur celle de la couche d'argile qui les renferme et qui a rarement plus d'un demi-pied d'épaisseur.

Ces masses calcaires sont évidemment, dit M. Hitchcock, un exemple d'une structure solide concrétionnée, qui doit être le résultat d'un arrangement chimique; mais si elles sont le résultat des lois de la cristallisation, pourquoi ne laissent-elles apercevoir aucune trace de cristaux? Leur origine est donc encore dans les ténèbres; car, ajoute-t-il, j'ai reconnu que mon idée première d'un mode de formation analogue à celui qui a produit l'oolite est insoutenable.

L'auteur cite encore les nombreuses concrétions réniformes parfaitement semblables qu'il a observées à la caverne de Funderland, au Mont-Toby, dans du grès argileux, gris, appartenant à la formation du nouveau grès rouge: ce qui prouve, dit-il, que les mêmes causes opérèrent aussi bien après la formation du nouveau grès rouge qu'après celle du terrain tertiaire le plus récent.

En 1834, M. de La Bèche, dans ses *Recherches sur la partie théorique de la géologie* (p. 65 de la traduction française de M. de Colligno) dit « qu'on voit dans les roches d'origine mécanique certaines » agrégations fort remarquables, qui doivent avoir été produites » par l'attraction mutuelle des molécules qui les composent. On » découvre souvent dans des argiles calcarifères des nodules ou » rognons plus calcaires que les autres parties de la roche, et que » l'on voit facilement ne point être des cailloux arrondis avant leur » dépôt, quoique de loin ils puissent en présenter l'apparence. »

De tels corps sont assez communs dans plusieurs localités; mais il cite seulement pour exemple les rognons analogues que l'on rencontre dans le lias de Lyme Regis, où ils sont alignés parallèlement à la stratification générale: or, ces rognons contenant une plus grande quantité de carbonate de chaux que les marnes et schistes marneux qui les entourent, nous pourrions en conclure, dit-il, que ce sont des concrétions concentriques; mais selon lui il n'en est rien, et il s'appuie, pour repousser cette opinion, sur des faits qui me semblent prouver le contraire, savoir: d'abord sur

la présence fréquente mais non nécessaire de fossiles dans leur intérieur, et sur la texture feuilletée qu'affectent ces rognons, texture qui est la même que celle de la masse stratifiée dont ils font partie; et on ne peut guère douter, ajoute-t-il, « qu'ils n'aient été » jadis la continuation les uns des autres. Les molécules de la matière calcaire se sont séparées de la masse des marnes pour se réunir, ainsi que nous le voyons maintenant, et l'on ne se trompera probablement pas beaucoup si l'on suppose que des assises particulières du dépôt, sans contenir assez de carbonate de chaux pour former des lits calcaires suivis, en contenaient trop pour tant pour qu'il pût rester disséminé dans les marnes sans s'efforcer de se réunir en petites masses. »

M. de La Bèche rappelle ensuite que M. Babbage a signalé (*Economy of manufactures*, 2^e édit., p. 50) l'espèce d'aggrégation de particules siliceuses qui se forme accidentellement dans les préparations argileuses employées à la fabrication des porcelaines; fait sur lequel M. Babbage appelle l'attention, parce qu'il y trouve l'explication de la formation des silex de la craie. Cette circonstance peut être, en effet, ajoute M. de La Bèche, regardée comme donnant une explication de ce qui se passe lors de la séparation, par affinité, des parties très atténuées d'un dépôt détritique qui a été transporté en suspension mécanique par l'eau. Sans aucun doute, ajouterai-je, il peut bien se produire des phénomènes de réactions chimiques comme ceux qui s'opèrent dans les mélanges plastiques destinés à la fabrication des poteries; mais pour que la formation des rognons siliceux, calcaires ou ferrugineux pût leur être comparée, il faudrait supposer que les roches limoneuses qui renferment ces masses nodulaires ont été déposées d'un seul jet, tandis que très probablement chacune d'elles a exigé une plus ou moins longue période de temps, si on compare, par exemple, leur formation à celles des dépôts limoneux du Nil; et il est probable même que chaque feuillet des schistes nous représente aujourd'hui des dépôts annuels ou périodiques des eaux qui les ont déposés antrefois d'une manière analogue.

En parlant ensuite des rognons de silex, M. de La Bèche ajoute « que la séparation de la silice d'avec la masse calcaire est accompagnée d'une autre circonstance fort curieuse; on voit fréquemment dans la craie des veines de silex coupant le plan des couches qui ont l'apparence de fentes remplies par la silice. La matière de ces veines est la même que celle des rognons, et on est conduit à conclure que la concentration de la silice est due dans les deux cas à une même cause. » (Fig. 3.)

« — La matière siliceuse, comprise dans une partie donnée
 » du dépôt, s'est réunie en forme de rognons, et cette opé-
 » ration s'étant répétée plusieurs fois, il en est résulté une
 » série de lits de rognons successifs parallèles au plan de la
 » stratification. — L'agrégation purement mécanique des par-
 » ties siliceuses, quelque ténues qu'on veuille les supposer, ne
 » suffit point à expliquer tous les phénomènes observés. Dans
 » plusieurs cas il y aura une telle pénétration de la matière sili-
 » ceuse dans les pores de certains débris organiques, qu'il est
 » difficile d'admettre que la silice ne fut point à l'état de solution
 » lors de son infiltration dans ces corps. Dans quelques rognons
 » de chert du grès vert, et d'autres roches arénacées, on voit sou-
 » vent un passage curieux de la structure arénacée à une texture
 » indiquant une origine chimique; l'intérieur de plusieurs de ces
 » rognons est creux, et la calcédoine mamelonnée qui en tapisse
 » les parois s'est produite évidemment à la manière des stalactites.
 » Il y a eu filtration d'un liquide qui tenait en solution la silice
 » à travers la matière arénacée pour atteindre l'intérieur du ro-
 » gnon, et pourtant le passage de la structure arénacée à celle con-
 » crétionnée est généralement insensible.

Il me semble que si M. de La Bèche, au lieu de chercher, dans le fait purement chimique signalé par Babbage, l'explication de la formation des silex de la craie, se fût attaché par analogie à les comparer aux deux derniers faits qu'il signale exceptionnellement, et où il ne lui est pas permis d'admettre que la silice ne fût pas en solution dans le fluide lors de son infiltration, soit à travers les corps organisés, soit à travers les rognons formant les cherts du grès vert, aurait certainement fini par trouver la véritable explication du phénomène, tandis que les veines transversales de silex qu'il signale rendent encore son hypothèse plus difficile. D'ailleurs si, comme il est très probable, les calcaires se sont formés comme une partie de la craie du bassin de Paris, à la manière des bancs de coraux, ou par un dépôt *précipité*, combiné avec l'accumulation successive des débris de coquilles, ils n'ont véritablement jamais été à un état de mollesse primitive suffisante pour expliquer un départ des éléments siliceux, analogue, par exemple, aux départs qui ont dû se former dans les filons ignés lors de leur consolidation. La conservation de la schistosité des marnes de Lyme Regis, à travers les nodules calcaires, ne semble-t-elle pas s'opposer complètement à une semblable supposition? et dans une telle hypothèse, au lieu de voir les silex régulièrement disposés en lignes, ne devrions-nous pas

voir toute la masse du terrain qui les renferme présenter plutôt une structure générale rayonnée analogue à celle des porphyres de la Corse et autres roches à formes orbiculaires que j'ai citées précédemment? tandis que l'intercalation postérieure, par suite d'un transport moléculaire des éléments siliceux, calcaires ou ferrugineux, à travers les molécules de la masse encaissante, explique très bien la plus grande pesanteur spécifique des nodules, leur compacité habituelle et la disparition apparente, dans le plus grand nombre de cas, de la structure schisteuse primitive de la roche dans laquelle ils se sont formés.

En 1835 je m'exprimais ainsi (Bull., t. VI, p. 320) : « D'autres » faits, pris dans la nature même, pourraient venir à l'appui de » ce déplacement possible des molécules; par exemple la présence » de substances métalliques et minérales, au milieu des cavités » géodiques de certaines roches, peut-elle s'expliquer autrement » que par un déplacement des molécules postérieures au dépôt de » ces roches? La présence de cristaux de quartz hyalin, de chaux » carbonatée, de zinc et de plomb sulfurés, de titane rutile, etc., » qu'on observe au milieu des crevasses ou cavités géodiques, que » présentent fréquemment dans leur intérieur les rognons de fer » carbonaté lithoïde des houillères, pourrait-elle s'expliquer au- » trement que par le transport des molécules, par suite d'actions » électro-chimiques? et ces rognons ellipsoïdaux de fer sont-ils » autre chose eux-mêmes que le résultat de modifications posté- » rieures au dépôt du terrain qui les renferme? Rien ne peut nous » porter à supposer que de semblables sphéroïdes aient pu se for- » mer en même temps que les couches de sédiment qui les renfer- » ment, tandis que l'observation d'un grand nombre de faits, et » toutes les expériences du laboratoire, tendent à prouver qu'ils » sont le résultat d'un autre mode de formation; ne savons-nous » pas aussi comment certains cristaux se groupent et peuvent for- » mer des noyaux au milieu des masses argileuses plongées dans » une dissolution saline? »

M. Sedgwick, dans un mémoire publié également en 1835, et intitulé : *Remarques sur la structure des grandes masses minérales, et spécialement sur les changements chimiques produits dans les roches stratifiées, durant les différentes périodes de leur dépôt* (Trans. of the Geol., t. III, 2nd series, p. 468.), adopte entièrement les idées de M. de La Bèche sur la formation des masses nodulaires; il ajoute seulement que, quant aux sphérosidériles houillers, il en possède quelques uns provenant du Yorkshire, lesquels présentent une structure parfaitement schisteuse, et qu'en conséquence leur

origine et leur mode d'agrégation doivent être assimilés avec toute certitude à celles des septaria.

Les concrétions nodulaires, considérées comme phénomène animal, bien que très imparfait, paraissent fort instructives à M. Sedgwick, en ce qu'elles indiquent que les causes déterminantes de l'agrégation sont dues à quelques débris, soit d'animal, soit de plante, soit à quelque petit grain invisible, ce qui est parfaitement d'accord avec ce que l'expérience nous a appris sur la précipitation et la cristallisation des matières, ordinairement déterminées par la présence de corps étrangers au milieu d'un fluide dissolvant. En comparant ces faits d'expérience avec la manière dont s'accroissent les calculs dans la vessie, l'auteur y trouve de nombreuses preuves que des effets semblables ont eu lieu dans la nature, et que la présence de corps étrangers quelconques ont aussi pu former les centres de concrétions où s'est réunie la matière séparée des lits stratifiés. Mais, quel fut dans le principe, se demande M. Sedgwick, la cause déterminante de la nature chimique du noyau de concrétion nodulaire ou de la substance lapidifiante des pétrifications? Si les corps de même nature tendent à s'agréger ensemble, nous avons là un principe qui explique en quelque sorte pourquoi la silice de la craie s'est portée sur les fibres des corps unis aux éponges, et pourquoi la substance extérieure des échinodermes est si fréquemment changée en carbonate de chaux; mais comment expliquer alors que des troncs d'arbres enveloppés dans des grès siliceux soient en quelques points minéralisés par le carbonate de chaux, pendant que d'autres arbres, enclavés dans des calcaires, sont minéralisés par la silice? que, dans une contrée calcaire, les coquilles soient toutes transformées en carbonate de chaux, quand, dans une autre, les coquilles de même espèce, et même les portions les plus délicates de la structure intérieure, ont été pétrifiées par la silice? Pour expliquer de tels phénomènes, ou même pour les classer rationnellement, j'attendrai, ajoute M. Sedgwick, que nous ayons des observations plus étendues; mais, dans tous les cas, il faut bien admettre que les roches où se trouvent ces concrétions ont subi un grand changement chimique depuis leur dépôt.

Les belles découvertes microscopiques de M. Ehrenberg sont destinées à jeter beaucoup de jour sur certaines questions géologiques, et entre autres sur l'origine et la composition des silex de la craie et des autres terrains. Le 2 janvier 1837, M. de Humboldt ayant adressé à M. Arago, au nom de M. Ehrenberg, deux plaques des silex *semi opale de Bilin* et *pyromaque de De-*

litzsh, dans lesquels il avait reconnu plusieurs corps organisés comme ensevelis dans la pâte de ces silex ; la communication qui en a été faite à l'Académie des sciences , a donné lieu à un très intéressant mémoire de l'un de ses membres M. Turpin, inséré dans ses *Comptes-rendus*, tom. IV, p. 304 et 351, sous le titre de : *Analyse et étude microscopique des différents corps organisés et autres corps de nature diverse qui peuvent accidentellement se trouver enveloppés dans la pâte translucide des silex.*

« A la vue , ces silex , dit M. Turpin , sont des masses qu'on » peut croire purement inorganiques , purement homogènes , et » non des agglomérations formées en grande partie d'une immense » quantité de corps organisés d'espèces différentes, la plupart par- » faitement conservés dans leurs formes et leurs détails , etc. Le » microscope seul pouvait nous faire découvrir ces sortes de cata- » combes , et nous amener à concevoir quelques idées nouvelles » sur la matière siliceuse et sur la formation irrégulière et à peu » près polymorphe des silex , soit en rognons, soit en nodules. »

Naturellement , M. Turpin repousse l'hypothèse qui supposait que les rognons de silex avaient été de grands vers ou alcyons , car il faudrait admettre , ajoute-t-il , que ces prétendus vers marins contenaient dans leur intérieur tous les zoophytes , madrépores, oursins , coquilles , végétaux conservoides , grains de sable et autres corps étrangers qu'on y reconnaît parfois.

« Si l'on admet que les rognons du silex doivent leur transfor- » mation à la décomposition des innombrables végétaux et ani- » maux qui vivent soit dans l'eau salée , soit dans l'eau douce , » si sur ces fonds marins ou lacustres, les débris ou même les » corps entiers de ces êtres pleuvent , se précipitent et s'entassent » les uns sur les autres , de manière à y former de grandes cou- » ches plus ou moins épaisses , composées jusqu'alors de toutes » espèces de choses , comme une sorte de chaos ; si l'on se rap- » pelle bien que tous ces corps organisés, particulièrement les ani- » maux , se composent en grande partie , 1° de matière organi- » que vivante ; 2° de matières calcaires ; et 3° de matière sili- » ceuse ; ces deux dernières ayant été absorbées et sécrétées mo- » léculairement et confusément dans les interstices fissulaires de la » première ; si , dans cette couche pâteuse , gélatineuse et très li- » quide , qu'on a nommée *barégine* , couche où tout est encore » mélangé, où tout est encore disposé au hasard , on admet , » comme cela paraît prouvé , la séparation plus ou moins com- » plète des molécules siliceuses , d'avec les molécules calcaires et » la congglomération des premières au milieu des secondes , et

» comme, pour me servir d'une comparaison sans doute incom-
 » plète, les globules du sang et ceux du lait s'isolent et se sépa-
 » rent du sérum pour former ces autres conglomérations que l'on
 » nomme des *caillots*; si enfin on reconnaît que dans cette sépa-
 » ration les molécules siliceuses, attirées les unes vers les autres,
 » se portent encore vers un corps de nature quelconque, comme
 » point déterminant du noyau, commençant la conglomération
 » d'un caillot siliceux, on comprendra facilement que, dans le
 » champ du travail du caillot, les molécules siliceuses peuvent,
 » en s'agglomérant, envelopper successivement de la matière or-
 » ganique pulvérisée, des corps organiques plus ou moins entiers,
 » comme tout autre corps se trouvant furtivement placé sur le
 » point et dans l'étendue de la conglomération.

« Ainsi s'expliqueraient, 1° comment les caillots siliceux, n'é-
 » tant que de simples agglomérats de molécules siliceuses, sont
 » irrégulièrement polymorphes, de grandeurs très variables,
 » isolés et indépendants les uns des autres, disposés par couches
 » interrompues dans la craie, avec laquelle, et la matière orga-
 » nique et les corps organisés, ils formaient dans l'origine un tout
 » liquide et mélangé, un véritable *magma*; 2° comment ces cail-
 » lots siliceux contiennent toujours plus ou moins de matières or-
 » ganisées, particulièrement animales, et quelquefois des végétaux
 » et des animaux entiers; circonstance à laquelle est due *seulement*
 » la couleur sombre plus ou moins foncée, ou grisâtre, blonde,
 » jaunâtre, brun-noirâtre, verdâtre, etc., et en même temps,
 » conséquemment, cette odeur qui s'exhale par le frottement de
 » deux morceaux de silex l'un contre l'autre; 3° comment, par la
 » calcination, la matière inorganique colorée devient blanche,
 » parce que la matière organique seule brûle et fait disparaître
 » complètement la couleur, etc. »

Sans doute, beaucoup de couches ont dû se former, ainsi que le suppose M. Turpin, par une accumulation confuse de débris organiques et en quelque sorte comparable aux dépôts barégineux; mais il n'est pas probable que les silex se soient formés, dans des couches analogues, lorsqu'elles étaient encore à l'état mou ou de magma, et le phénomène qui les a produits n'a rien de comparable à ce qui se passe, soit dans les mélanges plastiques, soit dans l'opération de l'assimilation des différentes matières qui constituent l'organisme animal.

Si la silice était douée de la force d'attraction moléculaire qu'on lui suppose, pour expliquer par ségrégation les phénomènes nodulaires, il n'existerait pas autant de couches homogènes d'argile

ou de calcaire siliceux ; elles seraient en quelque sorte toutes transformées en des masses à rognons , tandis qu'on n'observe souvent ceux-ci que dans de certaines zones , lesquelles sont parfois isolées , par exemple , au milieu de masses argileuses , dont on peut dire , avec certitude , que le mode de formation aussi bien que la composition n'a pas varié depuis le commencement du dépôt jusqu'à la fin ; cependant les argiles , selon moi , sont les seules roches qui peuvent être considérées comme ayant pu rester , après leur dépôt , un certain temps à l'état de mollesse vaseuse.

Si on admet , au contraire , un déplacement moléculaire , non seulement on n'est pas obligé de supposer la formation par ségrégation de la masse enveloppante et en vertu des forces d'attraction moléculaire qui ne sont que relatives , mais même il n'est pas nécessaire de supposer que les éléments ferrugineux , calcaires ou siliceux des nodules étaient originairement disséminés dans cette masse ; on n'a pas besoin non plus de supposer que l'opération s'est produite au moment où le dépôt était encore mou ; elle a pu se produire à toutes les époques. Une intercalation moléculaire postérieure , par transport au milieu de la masse et autour de certains centres d'attraction , explique également bien pourquoi , dans les rognons siliceux géodiques de la craie , par exemple , les corps fossiles se prolongent aussi bien en dehors qu'en dedans de l'enveloppe siliceuse : seulement , comme ces prolongations non empâtées ou pénétrées par la silice sont souvent très friables , il faut examiner le fait avec beaucoup de précaution pour pouvoir s'en assurer. Cela explique encore fort bien , ainsi que je l'ai déjà dit précédemment , comment les nodules ferrugineux ou calcaires ont quelquefois conservé la schistosité et même les nuances par zones des masses schisteuses qui les renferment.

En 1838 , M. Lyell , dans ses *Éléments de géologie* (voyez p. 86 de la traduction française de madame Tullie Meulien) , pense « que » les molécules , tenues en suspension dans l'eau , une fois déposées , » celles qui sont de nature semblable paraissent exercer une attraction mutuelle les unes sur les autres , et s'agglomèrent en » de certains endroits où elles forment des amas , des nodules et » des concrétions. »

L'un des exemples les plus remarquables de structure concrétionnée est certainement , ajoute M. Lyell , celui que M. Sedgwick a décrit et signalé dans le calcaire magnésien du nord de l'Angleterre. « La grosseur des concrétions sphériques y est très » variable , tantôt ne dépassant pas celle d'un pois , et tantôt atteignant jusqu'à plusieurs pieds de diamètre. Ces concrétions

» ont une structure tout à la fois concentrique et radiée , en même
 » temps qu'elles sont traversées sans interruption par les feuillets
 » du dépôt originel. Ce calcaire, dans quelques falaises, ressemble
 » à une grande pile irrégulière de boulets de canon. Quelquefois
 » il arrive que le centre de ces masses globulaires est dans une
 » strate, tandis qu'une portion de leur contour se trouve dans la
 » couche supérieure ou inférieure (voy. pl. IV, fig. 8). Il faut donc
 » nécessairement supposer qu'une fois la formation accomplie, un
 » mouvement eut lieu parmi les molécules, et que de ce mouve-
 » ment résulte la séparation des carbonates de chaux et de ma-
 » gnésie d'avec la matière la plus impure et la plus mélangée
 » formant les parties non encore consolidées de la strate. La cris-
 » tallisation, commençant vers le centre, dut continuer en for-
 » mant des couches concentriques autour du noyau primitif, sans
 » se confondre avec la structure feuilletée de la roche. Quant aux
 » radiations partant du centre, c'est un phénomène qui, tout sin-
 » gulier qu'il est, s'offre très fréquemment dans les concrétions
 » sphériques de diverses substances minérales. »

M. Sobolewsky, dans son Coup d'œil sur l'ancienne Finlande, inséré dans l'Annuaire du journal des mines de Russie de 1839, décrit de la manière suivante (p. 119) le gisement des *pierres d'Imatra*, dont il donne une figure. Au village de Mieck, situé à une verste environ au-dessous de la cataracte d'Imatra, les bords de la Vokça, qui roule sur un lit de granite, sont formés par des escarpements de 10 à 11 mètres de hauteur, composés d'argile schisteuse de couleur grise, qui contient du calcaire demi-transparent, et ces rognons de marne si connus sous le nom de pierre d'Imatra.

Malheureusement, ni M. Sobolewsky, ni M. Hoffmann, qui a aussi visité cette localité, n'ont fait connaître l'âge de ce terrain argileux. Nous savons bien, par les *Observations géognostiques sur l'arrondissement minier d'Olonetz*, de M. Komaroff (*Annuaire des mines de Russie* pour 1842), que la formation jurassique se montre sur quelques points de la partie méridionale de la Finlande; mais les argiles d'Imatra pourraient se rapporter tout aussi bien aux argiles sableuses alluviales très développées sur quelques points de cette partie de l'empire de Russie, et les fragments de roches étrangères auxquels adhèrent souvent les nodules calcareux, tendent même à le faire supposer. Quoi qu'il en soit, ces messieurs se rangent à l'opinion de M. de La Bèche, relativement à la formation de ces masses sphéroïdales qu'ils considèrent comme analogues à celles de Lyme Regis.

En 1840, M. Parrot, dans un travail inséré dans le tome V de la seconde partie des sciences mathém., phys. et nat. des *Mém. de l'Acad. imp. de Saint-Petersbourg*, a également fait connaître les fameuses pierres d'Imatra, qui depuis longtemps fixent l'attention des amateurs. Tout ce que l'on peut conclure de la lecture du long mémoire de M. Parrot, et de l'inspection des belles et nombreuses figures qui l'accompagnent, c'est que ces pierres, aux formes si bizarres et souvent si régulières (Voy. fig. 10), qu'on les prendrait pour des objets d'art, ne sont autre chose que des nodules argilo-calcaires, de dureté variable, qui se sont formés au milieu d'une masse d'argiles sableuses. Ces rognons réniformes semblent en effet composés d'espèces de disques superposés et allant en diminuant de diamètre, mais dont l'ensemble cependant affecte des formes sphéroïdales ou ellipsoïdales. Les zones parallèles, de différentes nuances, correspondant toujours à des disques ou à des rainures, sont tout simplement la prolongation des différentes couches de la masse argileuse qui les renferme, circonstance à laquelle M. Parrot, qui a principalement étudié ces pierres isolément, ne paraît pas avoir prêté attention. On peut aussi reconnaître, à l'inspection des figures de l'auteur, que plusieurs de ces nodules, gênés dans leur développement par le voisinage de fragments de granite, semblent comme brisés ou pénétrés par ces corps étrangers qui dérangent ainsi l'harmonie habituelle de leurs formes, et que d'autres ont été réellement brisés postérieurement à leur formation, et offrent de véritables failles remplies de terre jaune ou noire. Selon que ces rognons sont isolés ou réunis deux à deux, trois à trois, etc., M. Parrot les appelle *monotypes*, *ditypes*, *tritypes*, *tétratypes*, *pentatypes* et *polytypes*, désignations sans utilité pour indiquer des formes et des réunions qui peuvent et doivent même nécessairement varier à l'infini.

Plusieurs hypothèses ont été imaginées pour expliquer la formation de ces nodules : l'*hypothèse giratoire* est de M. le chanoine Meyer (*Russische Denkmaler*) ; il cherche à expliquer la formation de ces pierres par les tourbillons ou tournoiements de la rivière sur une base pierreuse. M. Hoffmann (*Geognostische Beobachtungen auf einer Reise von Dorpat bis Abo 1837*), après avoir fait observer que ces pierres ressemblent ordinairement à un 8 renversé, dit que le fait de leur existence sous la montagne adjacente, d'où le Vokça les déterre, ne permet pas d'admettre une semblable hypothèse. M. Parrot objecte, lui, ses *bitypes*, *tritypes*, etc., et les nombreux tourbillons qu'il aurait fallu que l'eau fit pour expli-

quer par ce moyen la formation de tous les rognons qui souvent se touchent.

Sans s'arrêter à l'hypothèse stalactitique, cependant M. Parrot paraît plus disposé à l'admettre, et il fait observer que, si l'on ne trouve aucune trace des infiltrations qui aurait produit de semblables concrétions, on pourrait supposer qu'elles auraient pu être arrêtées par un recouvrement de couches.

M. Parrot repousse également comme inadmissible l'hypothèse végétale, qui donnerait pour origine à ces corps des végétaux semblables à des champignons, ainsi que l'hypothèse stercorale, qui suppose que ces masses à formes orbiculaires sont des coprolithes d'animaux gigantesques, mais pour adopter une hypothèse qui ne vaut guère mieux, l'hypothèse animale. M. Parrot admet donc que ces nodules ou rognons marneux sont les restes pétrifiés d'animaux encore très inconnus, d'un genre qu'il suppose analogue à celui des médusaires, et il engage les voyageurs à rechercher leurs analogues dans les baies tranquilles!... Après ces conclusions, et malgré ce que l'auteur ajoute contre les géologues électromanes, j'avoue que j'aime encore mieux m'en tenir à l'hypothèse électro-chimique.

En 1841, M. Thomas Weaver, dans les conclusions de son mémoire sur la composition des roches crayeuses, etc. (*London, Ed., and Dub. philos. Mag., for May and June*), fait observer que dans le midi de l'Europe, les lits de marne qui alternent avec la craie sont composés de coquilles siliceuses d'infusoires et que les silex manquent; tandis que dans le nord de l'Europe, où des lits de silex alternent avec la craie, ce sont les marnes avec infusoires qui manquent, et il en conclut que les particules siliceuses pulvérulentes des infusoires ont été converties en nodules de silex compacte.

En 1842, M. Bowerbank a publié un mémoire sur les corps siliceux de la craie, du grès vert et de l'oolite (*Trans. of the Geol., t. VI, p. 181*), dont M. Buckland, dans son discours anniversaire pour 1841 (*Proceedings of Geol. Soc., t. III, p. 506*), a donné une analyse que je crois devoir reproduire en partie. — Déjà Donati avait décrit et figuré des alcyonites fossiles, lorsqu'en 1808, M. Parkinson, dans son intéressant ouvrage (*Organic Remains of a Former World, t. II, p. 87*), décrivit des spicules aciculaires qu'il regardait comme étant communs aux spongiles et aux alcyons fossiles, et figura une espèce fossile d'Alcyonite cruciforme très remarquable, ressemblant à l'*Alcyonium cynodium* de Linné.

On savait aussi depuis longtemps qu'une grande partie des silex de Wilts, d'Oxon et de Buck contenaient, au milieu d'une enveloppe extérieure de silex gris d'épaisseur variable, un noyau de silex translucide, souvent de couleur pourpre et laissant distinctement apercevoir un réseau et un assemblage de tubes semblables aux alcyons modernes. On supposait que ces alcyonites avaient servi de centre ou de noyau d'attraction; qu'ils avaient d'abord été enveloppés d'une croûte de silex gris, ne présentant aucune trace d'organisation; qu'ils avaient été pénétrés ensuite par du silex calcédonien rouge ou pourpre qui était venu remplacer les molécules de la matière animale à mesure qu'elles se décomposaient.

Cette hypothèse a été modifiée par M. Bowerbank, qui s'est d'abord attaché à confirmer par des observations microscopiques l'opinion admise depuis longtemps par beaucoup de naturalistes, que la forme tuberculeuse des cherts de la craie est due à des corps organisés. Il suppose que des spongiles parasites se sont attachés aux alcyons ainsi qu'aux échinides et aux autres coquilles, pour former une enveloppe à ces noyaux organiques. Ce mode d'accroissement explique, selon lui, ces formes tuberculeuses si irrégulières, plus particulières aux rognons de la craie, et pour appuyer son hypothèse, il cite les habitudes parasites de quelques spongiles vivants, qu'on observe enveloppant des coquilles et autres corps étrangers.

Il suppose encore que la matière organique des spongiles et des zoophytes a fourni des centres d'attraction plus puissants à la silice que les spicules siliceuses des spongiles; et c'est, selon lui, une considération géologique qui paraît confirmer l'hypothèse que la matière siliceuse des silex a été ségrégée de la masse enveloppante, composée de calcaire et de silice, pendant qu'elle était encore molle, et par l'attraction de quelques corps organiques; il ajoute que la craie tendre de la région supérieure de l'Angleterre, qui contient le plus de silex, est composée de carbonate de chaux presque pur; tandis que la craie compacte des régions plus basses et habituellement privée de silex contient de la silice disséminée dans sa masse.

En terminant, M. Buckland ajoute que l'hypothèse de M. Bowerbank, en n'admettant pas que des alcyons ou d'autres corps étrangers aient pu se trouver dans la craie, sans que des spongiles soient venues coopérer à la formation des silex gris qui les enveloppent, lui paraît beaucoup trop exclusive.

Enfin, en 1843, M. Alp. Favre a cité dans ses *Considérations géologiques sur le Mont-Salève* (p. 88) des corps cylindriques et

subglobulaires, analogues aux pierres d'Imatra, qui existent au Musée de Genève et qui ont été décrits par M. Necker (p. 257). Selon M. Favre, ces corps irréguliers proviennent probablement des environs d'Onex, et très probablement aussi de son *terrain diluvien cataclysmique*.

Explication de la planche.

Fig. 1. Sphérosidérites dans des schistes houillers très micacés de la Ricamarie, près St.-Etienne (Loire).

Fig. 2. Sphérosidérites dans les argiles marneuses jurassiques près de la Voulte (Ardèche); les traits noirs indiquent de petites couches de fer alternant.

Fig. 3. Disposition générale des silex de la craie en Morée.

Fig. 4. Rognons de jaspe testacé, au milieu des jaspes en couches de la craie de Morée.

Fig. 5 et 6. Formation et disposition générale des cherts, dans les calcaires jurassiques des environs d'Alais (Gard).

Fig. 7. Argiles noduliformes, jurassiques et néocomiennes des environs d'Alais et de Chambéry.

Fig. 8. Chailles et septaria de différents terrains.

Fig. 9. Sphérosidérites houillers de différentes formes.

Fig. 10. Pierres d'Imatra, en Finlande, d'après M. Parrot.

M. Virlet lit ensuite un extrait de la réponse que lui a adressée M. Becquerel.

« Une foule de faits géologiques prouvent effectivement qu'il a existé et qu'il existe encore, dans des roches de nature diverse, des centres d'action autour desquels sont venus et viennent encore se grouper des éléments étrangers à ces roches et d'où sont résultés des composés particuliers. Nul doute que ces transports de molécules n'aient été effectués par des forces analogues à l'électricité; mais il ne suffit pas d'avancer que le phénomène a une origine électrique, il faut le prouver: c'est ce que j'ai déjà fait dans un certain nombre de cas, en reproduisant ces composés; il faudrait suivre cette marche à l'égard des substances que vous mentionnez dans votre lettre; c'est ce dont je m'occuperai quand le temps me le permettra.

» Comme effet de transport, dont l'origine électrique ne saurait être mise en doute, c'est ce qui s'est passé quand les pyrites aurifères de Bérézoff ont perdu leur soufre pour prendre de l'oxygène et de l'eau, sans changer de forme. On voit là l'action d'un courant électrique qui apporte un élément et en enlève un autre. Le



*Nouvelles observations sur le glacier de Faulhorn
par Ch. Martins.*

Fig. 1.

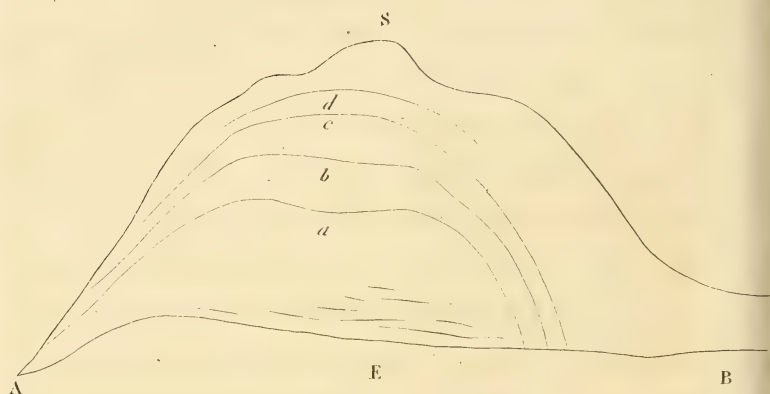


Fig. 2.

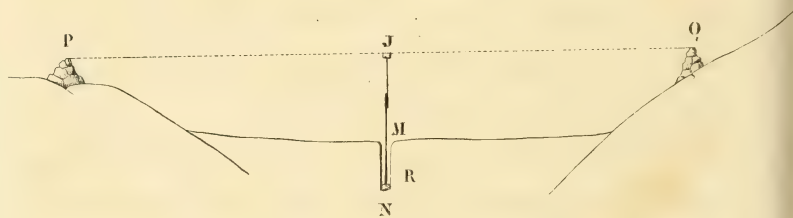


Fig. 3.

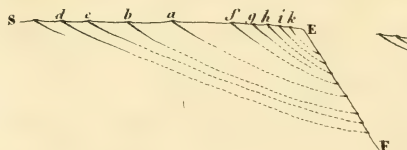


Fig. 4.

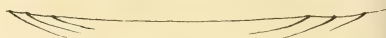
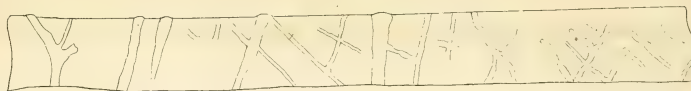


Fig. 5.



contact de l'or et de la pyrite, en présence de l'eau, à la surface du minéral suffit pour commencer l'action qui se propage ensuite de proche en proche jusqu'au milieu. »

M. C. Prevost dit que dans sa note que cite M. Virlet, il a émis l'opinion que les amas siliceux se forment par un déplacement des molécules de la silice déposée pêle-mêle, et peut-être à l'état moléculaire avec les matières qui la contiennent. Il fait observer que quand les silex de la craie sont bien purs, la craie renferme très peu de matière siliceuse; tandis que lorsque les silex sont impurs, la craie est elle-même mélangée de silice, ainsi qu'on peut le voir dans les falaises de Fécamp. Dans les silex, l'afflux de la silice a été le plus souvent déterminé par des corps organisés qui ont agi soit comme centres d'attraction, soit tout simplement comme cavités à remplir après leur destruction. Quant aux meulières, elles se lient à leur gangue argileuse, qui possède même au contact une plus grande pureté qu'à une certaine distance; toutefois les meulières ont subi des tassements qui ont occasionné des fractures et des dérangements. M. C. Prevost croit enfin que dans la formation des silex il s'est passé quelque chose d'analogue à ce qui se produit dans les mélanges homogènes d'argile et de sable des poteries et briqueteries, dans lesquels, au bout d'un certain temps, il y a un départ des molécules dont le résultat est la formation de grumeaux de matière siliceuse.

M. Virlet croit que le départ des matières s'est fait bien postérieurement à leur dépôt et d'une manière excessivement lente; il n'admet pas qu'il y ait la moindre analogie avec ce qui se passe dans les mélanges d'argile et de sable de poteries. Selon lui, enfin, les meulières n'ont éprouvé aucun dérangement, et celles qui sont plus ou moins inclinées ont été formées dans cette position.

M. Martins lit le travail suivant.

Nouvelles observations sur le glacier du Faulhorn,
par Ch. Martins.

Depuis qu'il est démontré, aux yeux d'un grand nombre de géologues, que les glaciers des Alpes n'ont pas toujours été limités

aux hautes vallées où nous les voyons relégués aujourd'hui, on a senti la nécessité de les étudier avec plus de soin. Adversaires et partisans de l'ancienne extension des glaciers ont également compris que l'analyse de leurs phénomènes, considérés en eux-mêmes, et en rapport avec le climat et le relief du sol, jetterait une vive lumière sur cette grande controverse géologique. Jusqu'ici les observations ont porté sur ces vastes mers de glace, qui descendent des plus hautes sommités des Alpes. L'étendue de ces glaciers, la variété d'aspect qu'ils présentent, la profondeur de leurs crevasses, la hauteur de leurs aiguilles entassées dans un désordre chaotique, la grandeur de leurs moraines, les climats divers qui s'échelonnent depuis leur terminaison jusqu'à leur origine, ouvrent un vaste champ aux recherches des naturalistes. Cependant quelques inconvénients viennent se joindre à ces avantages. Les grands glaciers sont complexes, et formés de la réunion de plusieurs affluents qui se mêlent et se confondent. Leur source se perd dans les champs de névé des hautes sommités, tandis que leur extrémité inférieure aboutit à une fertile vallée. Il y a plus : quelques unes de leurs parties restent inaccessibles au montagnard le plus intrépide : leur progression incessante et la fusion inégale de leurs différentes zones altitudinales, la transformation successive du névé en glace de plus en plus compacte, les affaissements et les redressements inégaux dus aux pressions latérales, rendent souvent leur structure originelle entièrement méconnaissable. Dans presque tous les cas la présence de vastes moraines médianes, qui les recouvrent d'une couche de sable et de pierres d'épaisseur inégale, dérobent à l'observateur la vue d'une portion considérable de leur étendue, et compliquent tous les phénomènes qui se passent à leur surface : aussi ne saurait-on admirer assez la sagacité des observateurs qui ont su les démêler.

J'ai abordé un sujet plus facile. Au pied du cône terminal du Faulhorn, montagne du canton de Berne, se trouve un petit glacier isolé, sans affluents, sans aiguilles, le plus souvent sans crevasses, sans moraines médianes ou latérales, et même sans progression apparente. L'œil peut l'embrasser d'un seul regard, et en quelques minutes on le parcourt dans toute son étendue. Semblable au physiologiste qui assiste aux développements du fœtus pour y découvrir l'origine et la structure des appareils compliqués qui constituent l'organisme adulte, je suis attentivement depuis trois ans les développements et les transformations de ce glacier embryonnaire.

Aucun sommet de la chaîne du Faulhorn n'atteignant 2900 mè-

tres, on ne voit nulle part ces champs de neige pulvérulente appelés *névé*, qui alimentent les grands glaciers de la Suisse : aussi ai-je donné le nom de *glaciers sans névé* à ceux qu'on trouve près des points culminants de ce groupe de montagnes et des autres chaînes de même hauteur (1). Au-dessus de 2500 mètres, partout où la neige s'accumule dans une dépression abritée des rayons du soleil, il se forme un petit glacier temporaire ou permanent. Il faut et il suffit que l'eau provenant de la fusion des neiges environnantes s'infiltre dans cette masse de neige, et que les chaleurs de l'été ne la fassent pas disparaître. Cette neige imbibée d'eau se transforme en glace, lorsque la température se maintient pendant quelque temps au-dessous de zéro. Un petit glacier de ce genre avoisine le cône terminal du Faulhorn; le sommet de ce cône est à 2683 mètres au-dessus de la mer, et la surface supérieure du glacier se trouve moyenne à 70 mètres au-dessous de ce sommet. La forme du glacier est celle d'une pyramide triangulaire, couchée sur deux de ses faces dans un couloir incliné d'environ 15 degrés. L'escarpement terminal représente une autre face, et la surface du glacier est la quatrième. Cette dernière face a la forme d'un triangle isocèle, (planche V, fig. 1). L'arête supérieure de l'escarpement terminal AB est la base de ce triangle; l'angle ASB, compris entre les deux côtés égaux, en est le sommet. La hauteur du triangle est mesurée par la perpendiculaire SE, abaissée du sommet sur la base. C'est cette perpendiculaire que je nommerai la *longueur* du glacier.

I. *Accroissement du glacier.*

J'avais mesuré les dimensions de ce glacier le 20 juillet, le 2 août et le 5 septembre 1841. A cette dernière époque, sa longueur SE (pl. V, fig. 1) était de 36 mètres. L'arête, ou bord supérieur de l'escarpement terminal AB, avait 72 mètres de long, et la pente de cet escarpement était de 42° à sa partie supérieure. Le 11 août 1842, M. Bravais trouva pour la longueur du glacier 60 mètres, pour celle de l'arête 148 mètres, et 40° pour la pente de l'escarpement. Le 24 septembre 1844, la longueur du glacier était de 77 mètres; l'arête terminale avait 177 mètres, et de plus elle se prolongeait sur le flanc oriental du cône terminal de la montagne à

(1) Remarques et expériences sur les glaciers sans névé de la chaîne du Faulhorn, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XI . p. 133, 1842, et *Annales des sciences géologiques*, octobre 1842.

une distance de 65 mètres. Ce prolongement formait une bande de 15 mètres de largeur. La hauteur de l'escarpement était de 20^m,3, deux fois plus grande qu'en 1841 ; la pente de la partie supérieure atteignait 49°. On voit qu'en trois ans le volume de ce petit glacier s'est accru à peu près dans le rapport de 1 à 8. Du reste, l'augmentation de volume de ce glacier n'est point un fait isolé ; car un autre situé à l'E. de celui du Faulhorn, dont la largeur était de 18 mètres en juillet 1841, avait 123 mètres de base à la fin de septembre 1844.

Quel est le mode d'accroissement de glaciers sans névé ? Cette question mérite d'être examinée, car il doit être fort différent de celui des grands glaciers de la Suisse. Ceux-ci sont alimentés par les champs de névé, et s'écoulent dans les vallées comme le trop-plein d'un immense réservoir. Issus des neiges éternelles qui couvrent les hautes Alpes, les grands glaciers sont semblables aux fleuves majestueux dont la source est à leurs pieds ; les glaciers sans névé ressemblent, au contraire, à ces petits lacs solitaires et immobiles qui reflètent les sommités des chaînes moins élevées. Cette comparaison si juste du savant évêque d'Annecy, M. Rendu (1), éclaire singulièrement le phénomène de leur accroissement. Des chutes abondantes de neige sont-elles suivies d'un été sans chaleur : le glacier fond peu à son extrémité inférieure ; la progression l'emporte sur la fusion, et il s'avance dans la vallée. Un hiver moyen est-il suivi d'un été très chaud : alors la fusion compense et au-delà les effets de la progression, et le glacier recule et diminue. Rien de semblable dans les glaciers sans névé. Dans mon premier *Mémoire*, j'ai montré par des faits que ces glaciers doivent leur naissance à des couches de neige où les eaux s'infiltrèrent peu à peu. C'est la couche en contact avec le sol qui se pénètre d'eau la première ; celle qui lui est immédiatement supérieure s'infiltrer à son tour, et ainsi de suite jusqu'à la surface. Cette infiltration se fait horizontalement, comme je le prouverai plus loin. La neige imbibée d'eau se convertit en glace pendant les périodes de froid : aussi ces glaciers se composent-ils ordinairement de deux parties superposées : l'une, inférieure, est de la glace plus ou moins compacte ; l'autre, supérieure, de la vieille neige grenue tassée par son propre poids, et convertie partiellement en glace compacte. Cette couche disparaît quelquefois pendant les périodes chaudes de l'été ; mais elle ne tarde pas à se renouveler par les chutes de neige qui ont lieu, même pendant les mois de juillet et d'août. Il est donc facile de compren-

(1) *Théorie des glaciers de la Savoie*, 1840.

dre que la hauteur de l'escarpement terminal de notre glacier ait doublé par l'addition successive des couches de neige de trois hivers, qui n'ont pas été séparés par des étés assez chauds pour fondre toute la neige tombée pendant le cours de l'année. Je ne pense pas que ces glaciers augmentent de volume par suite d'un gonflement ou d'une turgescence dus à l'action de l'eau qui les pénètre. Ils s'accroissent par l'addition de couches successives ; celles-ci s'infiltrant d'eau, et se congèlent ensuite. En un mot ils se forment par intus-susception, puisque l'eau qui les pénètre se convertit en glace dans l'intérieur de la masse, et s'accroissent par juxtaposition, car leur volume augmente par l'addition des nouvelles couches de neige qui se superposent aux couches plus anciennes. Mais, je le répète, cette explication, vraie pour les glaciers sans névé, ne s'applique probablement pas aux glaciers ordinaires, où les phénomènes sont beaucoup plus compliqués.

II. Ablation du glacier.

Depuis 1841, nous avons fait, M. Bravais et moi, un assez grand nombre d'expériences pour mesurer l'*ablation*, c'est-à-dire l'abaissement diurne du niveau du glacier, résultant de la fonte de la surface supérieure sous l'influence de circonstances météorologiques bien déterminées. Quelques uns de ces résultats se trouvent déjà dans le premier mémoire ; mais j'ai pensé qu'il serait utile de les réunir tous ici en tenant compte des chutes de neige et de pluie, ce que je n'avais pas fait dans le travail en question.

ANNÉE 1841. — Du 21 juillet, 1 heure du soir, au 25 juillet, 5 heures du soir, l'ablation observée a été de 90^{mm}.

Mais, dans cet intervalle, il est tombé 27 millimètres de neige, ce qui donne pour la valeur de l'ablation totale. 117^{mm}.

D'où ablation diurne. 28^{mm}, 1.

Circonstances météorologiques. Température moyenne de l'air au niveau du glacier. 2°, 83.

Maximum 10°, 6 ; minimum — 2°, 7.

Humidité relative moyenne. 79 p. cent.

Pression moyenne de l'atmosphère. 557^{mm}, 6.

Le 21 juillet, à 3 heures du soir, pluie de 1^{mm}, 5.

Le 23 juillet, à 7 heures du matin, et dans la nuit du 23 au 24, chutes de neige, dont le total a été de 27 millimètres, qui, en fondant, ont fourni 6^{mm}, 5 d'eau.

Déclinaison moyenne du soleil. 20° 6' B.

ANNÉE 1841. — Du 26 juillet, 10 heures du matin, au 1^{er} août

à midi, l'ablation observée a été de 160^{mm}.

Mais dans cet intervalle il est tombé 24 millimètres de neige, ce qui donne pour l'ablation totale. 184^{mm}.

D'où ablation moyenne diurne 30^{mm}, 1.

Circonstances météorologiques. Température moyenne. . 2°, 53.

Maximum 9°, 8; minimum — 0°, 8.

Humidité relative moyenne. 79 p. 100.

Pression moyenne de l'atmosphère 556^{mm}, 4.

Le 26 juillet, à 4 heures du soir, il est tombé 20 millimètres de neige qui ont fourni 3 millimètres d'eau.

Les 27, 29 et 30 juillet, très faibles chutes de neige et de grésil, dont le total peut être évalué à 4 millimètres.

Dans la nuit du 31 juillet au 1^{er} août, petite pluie par une température de 3° à 4°, et qui n'a pu fondre qu'une quantité de neige inappréciable.

Déclinaison moyenne du soleil 18° 45'B.

ANNÉE 1841. — Du 1^{er} août midi au 7 août 6 heures du soir. En estimant à 10 millimètres, d'après les expériences de 1841, 1842 et 1844, l'abaissement du niveau dû au tassement du glacier, l'ablation observée a été de 305^{mm}.

Mais les chutes de neige et de grésil qui ont eu lieu dans cet intervalle ayant formé une couche de 5 millimètres environ d'épaisseur, l'ablation totale a été de 310^{mm}.

D'où ablation moyenne diurne. 49^{mm}, 6.

Circonstances météorologiques. Température moyenne. . 4°, 08.

Maximum 13°, 3; minimum — 2°, 8.

Humidité relative moyenne 79 p. cent.

Pression moyenne de l'atmosphère 558^{mm}, 8.

Le 3 août, vers 7 heures du soir, chute de 1 à 2 millimètres de pluie. Le 4 août, de 1 heure à 9 heures du soir, 5 millimètres de pluie. Ces deux pluies ne peuvent avoir fondu qu'une quantité de neige inappréciable.

Le 1^{er} août à 4 heures, neige et grésil assez abondants.

Le 3 août à 10 heures, neige fondante.

Le 6 août à 2 heures, orage et grêle.

Déclinaison moyenne du soleil 17° 12'B.

ANNÉE 1842. — Du 11 août, 7 heures du soir, au 17 août, 11 heures 30^m du matin 380^{mm}.

Ablation moyenne diurne 66^{mm}, 7.

Circonstances météorologiques. Température moyenne. . 7°, 0.

Maximum, 11°, 9; minimum, 2°, 5.

Humidité relative moyenne. 81 p. cent.

Pression moyenne de l'air. — 564^{mm},4.

Le 15 août au soir, il est tombé 15 millimètres de pluie par une température de 3° à 4°. Cette pluie a été précédée d'une petite averse de grésil qui a fondu en deux ou trois heures de temps.

Le 16 au soir, il est aussi tombé un peu de grésil.

Déclinaison moyenne du soleil. 14° 24' B.

ANNÉE 1844. — Du 20 septembre midi au 28 septembre midi.

Ablation totale. 243^{mm}.

Ablation moyenne diurne. 30^{mm},4.

Circonstances météorologiques. Température moyenne. . 4°,07.

Maximum, 11°,2; minimum, 0°,1.

Humidité relative moyenne. 78 p. cent.

Pression moyenne de l'atmosphère 558^{mm},1.

Le 22 septembre, 2 à 3 millimètres de pluie dans la journée.

Le 23 septembre matin et dans la nuit du 23 au 24 un peu de grésil.

Le 25 septembre, vers 2 heures du soir, très petite chute de neige.

Déclinaison moyenne du soleil. 0° 36' A.

Le tableau suivant présente d'une manière synoptique les plus importants de ces résultats en y ajoutant la quantité de glace fondue correspondant à 1° centigrade de température. C'est le coefficient d'ablation des glaciers sans névé.

Résultats des expériences sur l'ablation du glacier du Faulhorn.

ANNÉE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	ABLATION			TEMPÉRA- TURE MOYENNE.	DÉCLINAISON MOYENNE DU SOLEIL.
		TOTALE.	DIURNE.	POUR 1° C.		
		mm.	mm.	mm.		
1841.	Du 21 au 23 juillet . . .	117	28,1	10,0	2°,85	20° 6' B.
1841.	Du 21 juill. au 1 ^{er} août.	184	50,1	11,9	2°,55	18 45 B.
1841.	Du 1 ^{er} au 7 août. . . .	310	49,6	12,1	4°,08	17 42 B.
1842.	Du 11 au 17 août. . . .	580	66,7	9,5	7°,00	14 24 B.
1844.	Du 20 au 28 septembre.	245	50,4	7,5	4°,07	0 56 A.

Les expériences de 1841 ont été faites sur la glace compacte du glacier qui, pendant cet été, n'était point caché sous la couche de neige dense et grenue qui le recouvrait en 1842 et 1844. Si l'on compare entre eux les chiffres contenus dans la cinquième colonne, on voit que le coefficient d'ablation 11,3 de la glace compacte est plus considérable que celui de la vieille neige 8,3, c'est-à-dire qu'à température moyenne égale celle-ci fond plus

vite que l'autre. J'avais déjà énoncé cette proposition dans mon premier travail.

En comparant la fusion diurne de la surface supérieure du glacier avec la température moyenne de la période pendant laquelle cette fusion a été observée, nous pouvons estimer approximativement la différence d'accroissement que le glacier du Faulhorn présentera pendant les années chaudes ou froides. Supposons un été dont la température moyenne soit supérieure de 1° à la moyenne générale de l'été; l'ablation se faisant du milieu de juin au commencement d'octobre pendant un intervalle de cent jours environ, et l'ablation diurne moyenne pour 1° étant de $10^{\text{mm}},5$, l'ablation totale du glacier pendant l'été sera d'un mètre plus forte que dans l'année moyenne. Nous supposons d'ailleurs que toutes les autres circonstances, et notamment les chutes de neige, sont les mêmes.

La méthode que nous avons employée, M. Bravais et moi, pour mesurer l'ablation des glaciers, a été de la part de M. Forbes (1) l'objet de quelques observations critiques. Néanmoins, dans une autre partie de son livre, ce physicien s'appuie sur nos résultats (2), en s'applaudissant que les expériences que nous avons faites en 1841 sur le glacier du Faulhorn *confirment* celles qu'il a entreprises pendant l'été de 1842 sur la mer de glace de Chamonix.

Suivant M. Forbes (3), l'abaissement du niveau d'un glacier est dû à plusieurs causes indépendantes l'une de l'autre : 1° l'ablation superficielle de la glace ; 2° l'affaissement de la masse totale dû aux ruisseaux qui minent le glacier en dessous ; 3° celui qui résulte de la fusion de la glace, en contact avec le sol sous l'influence de la chaleur centrale ; 4° l'étirement, et par suite l'amincissement du glacier dans sa zone moyenne, l'extrémité inférieure se mouvant avec plus de rapidité que les parties supérieures. M. Forbes prétend que dans notre méthode nous n'avons pu mesurer que la somme de ces effets, et non pas l'ablation seulement. Voyons si ces reproches sont fondés. Nous creusions dans la glace un trou vertical, (pl. V, fig. 2) MN, de $0^{\text{m}},3$ à $1^{\text{m}},0$ de profondeur. Au fond nous logions une pierre, dont la forme était celle d'un parallélipipède assez régulier. Sur cette pierre nous placions un jalon vertical JN surmonté d'un voyant, qu'on abaissait ou

(1) *Travels through the Alps of Savoy, with observations on the phenomena of glaciers.* Edinburgh, 1843, p. 153.

(2) Page 362.

(3) Page 153.

qu'on élevait jusqu'à ce que son bord supérieur coïncidât avec une ligne visuelle PQ, menée entre deux pointes de rochers situées sur l'une et l'autre rive du glacier. Nous connaissions donc exactement la différence de niveau qui existait, au commencement de l'expérience, entre la surface supérieure R de la pierre et la ligne visuelle invariable PQ. Au bout de huit à dix jours, le jalon était replacé sur la pierre. Il est évident que si la masse du glacier s'était affaissée dans l'intervalle, le niveau absolu de la pierre devait être plus *bas*. C'est ce qui est arrivé dans la première expérience du 26 juillet au 1^{er} août 1841, et dans celle du 20 au 28 septembre 1844. Dans la première, le niveau absolu de la pierre avait baissé de 0^m,02, et de 0^m,01 dans la seconde. En août 1842, le niveau n'avait pas varié sensiblement. Ainsi l'effet dû à l'affaissement de la masse totale était mesuré par l'abaissement de la pierre. Quant à l'ablation de la surface du glacier, elle se trouvait égale à la différence des profondeurs auxquelles la pierre se trouvait enfouie au commencement et à la fin de l'expérience. Supposons, en effet, que la pierre ait été enterrée à 0^m,50 de profondeur; si, huit ou dix jours après, elle n'est plus qu'à 0^m,05 de profondeur, l'ablation de la surface sera de 0^m,45, même dans le cas où la masse du glacier se serait plus ou moins affaissée. Supposons maintenant que le niveau absolu de la pierre ait baissé de 0^m,02, alors l'affaissement du glacier sera mesuré par cette quantité. M. Forbes a donc tort de dire (1) que dans notre méthode nous ne mesurons que la dépression géométrique de la surface du glacier, et par conséquent la somme des effets dus à l'affaissement, à l'ablation, à l'étirement, etc. Notre pierre est un point de repère inférieur qui nous permet de distinguer les effets produits par l'affaissement du glacier de ceux qui sont dus à la fusion superficielle. La critique de M. Forbes n'est applicable qu'à deux expériences, pendant la durée desquelles je me suis absenté du Faulhorn après avoir enterré la pierre dans le glacier. A mon retour, je l'ai trouvée à la surface, et j'ai conclu l'ablation du glacier de son abaissement au-dessous du niveau de la ligne visuelle; mais j'étais en droit de le faire, car nos mesures m'avaient appris que l'affaissement d'un glacier tel que celui du Faulhorn se réduit à fort peu de chose. On ne s'en étonnera pas si l'on réfléchit que ce petit glacier est parfaitement encaissé sur les côtés, et qu'il fond très peu par sa surface inférieure à cause de sa grande élévation au-dessus du niveau de la mer.

(1) *Travels*, etc., p. 155.

En lisant l'ouvrage de M. Forbes, un lecteur peu attentif ne doutera pas un instant qu'après avoir rejeté comme inexactes la méthode de M. Escher et la mienne, l'auteur n'en ait employé ou du moins n'en propose une troisième, pure de tous les défauts qu'il reproche à celles de ses prédécesseurs. Tous les savants qui ont rendu compte de l'ouvrage de M. Forbes, et en particulier les rédacteurs de la *Revue d'Édimbourg*, l'ont ainsi compris (1). Cependant il n'en est rien. Dans toutes ses opérations le célèbre physicien n'a jamais mesuré que la somme des effets qui peuvent produire l'abaissement du niveau d'un glacier, et commis la faute qu'il nous a reprochée si légèrement. Examinons successivement les deux méthodes qu'il a mises en usage.

La première (2) consiste à forer dans la glace un puits cylindrique vertical de 6 décimètres de profondeur. Il place son théodolite au-dessus de ce puits, de façon que le centre de l'instrument soit dans le prolongement de l'axe du trou ; puis mettant la lunette horizontalement, il vise à la paroi verticale d'un rocher placé sur la rive voisine du glacier. Il fait faire une marque sur le rocher au point où aboutit le rayon visuel, et détermine ainsi un repère qui est de niveau avec le centre du théodolite. Quelques jours après (3), il se replace sur le glacier au-dessus du même trou, qui a progressé suivant une certaine pente dans l'intervalle de deux observations. Il dirige de nouveau sa lunette horizontalement vers le même rocher. Le rayon visuel aboutissant alors à un point situé au-dessous du repère marqué la première fois, il fait faire une seconde marque à ce nouveau point, et la différence de niveau des deux marques est la mesure du changement de niveau du glacier. Évidemment M. Forbes ne mesure ainsi que la somme des effets dus à l'affaissement du glacier, à l'ablation de la surface, et à sa progression sur un plan incliné. Parmi les causes qui font baisser le niveau d'un point déterminé du glacier, il n'énumère point cette dernière, et cette omission nous porte à croire qu'il l'a tout-à-fait oubliée ; elle est cependant bien réelle. Imaginons en effet une pierre placée à la surface d'un glacier, qui ne fonde, ne s'évapore ni ne s'affaisse. Comme le glacier descend sur un plan incliné, le niveau absolu de cette pierre baissera par le seul fait de la progression du glacier. Sur celui du Faulhorn j'étais à l'abri de cette cause d'erreur, parce que sa progression était insensible entre les périodes d'observation. Elle

(1) *Edinburgh Review*, July 1844, p. 148.

(2) *Travels*, p. 130.

(3) Page 153.

ne l'était pas sur la mer de glace de Chamonix. En effet, M. Forbes trouve les nombres suivants pour l'abaissement et la progression du point du glacier où il avait placé son théodolite, et qu'il désigne par A.

Progression et abaissement successif du point A sur la mer de glace de Chamonix près de l'Angle (1).

ANNÉE 1842.	PROGRESSION.	ABAISSEMENT.
Du 26 juin au 28 juillet.	11 ^m ,6	3 ^m ,3
Du 28 juillet au 16 septembre.	9 ,16	4 ,1

Ainsi donc, pendant que le point A s'abaissait de 7^m,4, il parcourait, en descendant sur un plan incliné, un espace de 28^m,5; or, au point A, l'inclinaison moyenne du glacier (2) est de 4° 43'. Le point A s'est donc abaissé de 2^m,35 par suite de la progression seulement (en supposant que la pente du fond soit parallèle à celle de la surface); cette quantité retranchée, des 7^m,4 observés, diminue de 32 p. cent la somme des effets que M. Forbes s'était proposé de mesurer. Je dirai plus : c'est que M. Forbes ne pouvait pas faire cette correction d'une manière exacte dans le cas même où il l'aurait voulu. En effet, rien ne nous prouve que le point A soit descendu le long d'une pente parallèle à celle de la surface du glacier; il doit descendre plutôt suivant la pente générale du terrain au-dessous du glacier; mais cette pente étant inconnue, la correction qu'elle nécessite est impossible à faire rigoureusement (3).

(1) Voy. les tableaux des p. 139 et 153 de l'ouvrage de M. Forbes.

(2) Page 117.

(3) Un géomètre anglais, M. Hopkins, s'est efforcé d'appliquer l'analyse aux phénomènes des glaciers. Nous lui devons une formule comprenant tous les éléments actuellement connus qui peuvent concourir à déterminer l'abaissement absolu suivant une même verticale de la surface supérieure d'un glacier (1). Cette formule est la suivante :

$$D = \Delta + \delta - \varepsilon h - a \text{ tang. } \alpha + a \text{ tang. } \beta.$$

Dans cette formule :

D est la différence de niveau dans une même verticale pour un point de

(1) On the motion of glaciers, *Transactions of the Cambridge philosophical Society*, vol. VIII, part. I, p. 67.

La seconde méthode employée par M. Forbes pour estimer le changement de niveau de la mer de glace n'est pas plus exacte que la précédente. Il avait choisi sur la terre, près du pavillon du Montanvert, une station qu'il désigne par D. De cette station il mesurait la progression de plusieurs points du glacier. En même temps il prenait l'angle de dépression de ces points : ainsi, par

glacier, au commencement et à la fin d'une période de temps quelconque. Nous supposons cette période de 24 heures. D se compte de haut en bas ; il est par conséquent positif quand le glacier s'abaisse.

Δ est l'ablation diurne mesurée sur la verticale.

δ l'affaissement diurne par suite de la fonte du fond.

ε est la différence de deux effets inverses considérés dans l'unité d'épaisseur, savoir : d'un côté, la turgescence, due, selon quelques auteurs, à l'infiltration et à la congélation de l'eau, et qui tend à élever le niveau du glacier ; de l'autre, le tassement de la masse, qui tend à l'abaisser.

h est l'épaisseur ou la puissance du glacier.

a la progression en 24 heures du point considéré, mesurée sur une horizontale.

α l'angle que forme la surface supérieure du glacier avec l'horizontale.

β l'angle que forme la pente du sol sur lequel repose le glacier, avec cette même horizontale.

$a \text{ tang. } \beta$ est donc la fraction du changement de niveau, due à l'effet de la progression diurne, suivant la pente de la surface inférieure.

$a \text{ tang. } \alpha$ la fraction du changement de niveau, due à la pente de la surface supérieure du glacier, lorsque l'observateur vient se replacer sous la même verticale.

La formule de M. Hopkins exprime l'abaissement d'un point du glacier, en supposant que le glacier soit descendu sur une pente parallèle à celle du fond. Cette correction correspond à la quantité négative

$$a (\text{tang. } \alpha - \text{tang. } \beta).$$

Dans toutes ses expériences, M. Forbes ne se replace point sous la même verticale, mais bien au-dessus du même trou. En réalité, il mesure la somme des effets exprimés par les termes contenus dans le second terme de l'équation suivante :

$$D' = \Delta + \delta - \varepsilon h + a \text{ tang. } \beta.$$

Dans nos expériences, au contraire, nous mesurons Δ par la différence entre la profondeur à laquelle la pierre se trouvait au-dessous de la surface du glacier dans la première et dans la seconde expérience. La progression du glacier du Faulhorn étant insensible, la quantité

$a (\text{tang. } \alpha - \text{tang. } \beta)$ est nulle. Enfin, l'abaissement de la pierre au-dessous de la ligne visuelle qui joignait les repères fixes que nous avions

exemple, le 20 septembre (1) l'angle de dépression du point D_2 situé sur le glacier était de $22^{\circ} 0'$. Quelques jours après, le théodolite étant toujours à la station D , il faisait placer verticalement un jalon muni d'un voyant mobile sur la glace, dans la cavité qui servait de repère au point D_2 . Il abaissait de nouveau sa lunette de 22° au-dessous de l'horizon dans le nouvel azimut du point D_2 , et un aide faisait glisser le voyant jusqu'à ce qu'il se trouvât sur le prolongement de l'axe optique de la lunette. La distance verticale entre le voyant ainsi placé et la surface de la glace indiquait la quantité dont le niveau du glacier s'était abaissée. Mais cette méthode comme l'autre ne mesure que la somme des effets produits par les différentes causes qui peuvent faire varier le niveau du glacier. De plus, elle peut être entachée, comme la première, de toutes les erreurs dépendantes du niveau de l'instrument et du changement de la collimation de la lunette. Dans notre méthode, nous étions à l'abri de toutes ces causes d'erreur, qui ne sont nullement négligeables pour un instrument soumis à des transports continuels à travers les montagnes.

M. Forbes semble avoir compris lui-même que ses deux méthodes ne lui donnent que la somme des effets dus à l'affaissement, au tassement, à la progression et à la fusion du glacier; car il dit p. 154: « La seule méthode rigoureuse pour mesurer la fonte superficielle consisterait à creuser des trous horizontaux dans la paroi d'une grande crevasse, et à mesurer leur distance à la surface du glacier. » Or c'est implicitement ce que nous avons fait, M. Bravais et moi, avant que M. Forbes eût entrepris ses expériences et publié son livre: seulement, les trous dans la glace, dont la grandeur et la forme seraient altérées par la fusion, étaient remplacés par une pierre, sorte de repère inférieur qui ne change ni de grandeur ni de forme, et que nous rapportions à une ligne visuelle invariable.

choisis nous donnait la quantité $\delta - \epsilon h$. Pour le glacier du Faulhorn, la formule se réduit donc à

$$D = \Delta + \delta - \epsilon h.$$

Nous n'avons pu isoler l'une de l'autre les quantités δ et ϵh . Cette dernière même n'a été introduite dans la formule par M. Hopkins que pour représenter la turgescence et le tassement possible du glacier; mais la réalité de ces hypothèses n'a pas encore été vérifiée par l'expérience directe.

(1) Page 155.

III. *Courbes noires paraboliques de la surface du glacier.*

Quand on s'élève à cent ou cent cinquante mètres au-dessus de la surface d'un grand glacier, on y aperçoit des lignes noires formant des courbes paraboliques dont le sommet, dirigé vers l'extrémité inférieure du glacier, coïncide sensiblement avec l'axe de la surface supérieure. Les deux branches de chacune de ces courbes viennent se terminer sur les bords du glacier. Ces lignes noires (*dirt bands* des Anglais) ont été signalées et décrites par MM. Agassiz, Desor et Forbes. Constamment sur les grands glaciers, la convexité de ces courbes est tournée *en bas*. Il en était autrement sur le glacier du Faulhorn. En l'examinant du milieu de la hauteur du cône qui le domine, je comptai quatre courbes paraboliques sensiblement équidistantes, dont les branches venaient se perdre sur les bords de l'escarpement terminal, tandis que les sommets tournés vers le *haut* du glacier se trouvaient sur la droite qui mesure sa longueur. (Voy. pl. V, fig. 1.) La surface triangulaire du glacier paraissait donc composée de quatre demi-ovales inscrits les uns dans les autres. Examinées de près, ces courbes se présentaient sous la forme de petites arêtes peu saillantes, couvertes de poussière noire et composées d'une glace plus dure que celle qui les entourait. Avec la hache, je fis un grand nombre de coupes verticales perpendiculaires à la direction de ces arêtes, et je reconnus qu'elles se prolongeaient, dans l'intérieur de la masse, sous forme de lames de glace bleue et compacte, tandis que celle qui les entourait était plus blanche et plus grenue. Ces lames, un peu concaves vers le ciel dans le sens perpendiculaire à l'axe du glacier et diversement inclinées sur cet axe dans le sens longitudinal, sont, pour ainsi dire, le squelette du glacier, qui paraissait formé en grande partie de quatre grandes écailles superposées, mais de grandeur inégale, dont la base était tournée vers l'escarpement, le sommet vers le haut du glacier.

En parcourant le glacier, il était facile de voir que ces quatre grandes écailles étaient séparées l'une de l'autre par une foule d'autres lames beaucoup plus minces, moins apparentes, invisibles de loin, mais dont la structure et la disposition étaient les mêmes que celles des écailles principales. Toutes ces écailles plongeaient vers l'escarpement terminal du glacier, et leur inclinaison était d'autant plus forte qu'on se rapprochait davantage de cet escarpement. Ainsi, vers le haut du glacier, leur inclinaison était de 6° à 8° , et de 20° à 35° vers le tiers inférieur. Ces écailles étaient séparées entre elles par des couches de glace blanche et peu com-

pacte. Près de l'extrémité inférieure de la surface supérieure du glacier, on apercevait un grand nombre d'arêtes noires, irrégulières, non paraboliques, mais sensiblement parallèles au bord de l'escarpement. (Voy. pl. V, fig. 1 et 3.) Leur inclinaison était de 45° . Chacune d'elles représentait la tranche d'une ancienne écaille réduite à une bande étroite. Tous ces débris d'écailles accumulés vers l'escarpement s'étaient affaissés les uns sur les autres; de là une inclinaison beaucoup plus forte que celle des quatre écailles à bords paraboliques dont nous avons parlé.

Les trois croquis de la planche rendront cette description plus intelligible. La *fig. 1* représente la surface du glacier vu de haut en bas en 1844; en *a, b, c, d*, on voit l'affleurement des couches qui composent le glacier et forment les courbes paraboliques. La *fig. 3* est une coupe longitudinale par un plan vertical coïncidant avec la ligne SE; elle montre l'inclinaison croissante des couches à mesure qu'elles sont plus rapprochées de l'escarpement. *f, g, h, i, k* sont d'anciennes écailles réduites à une bande étroite. *a, b, c, d* sont les grandes écailles désignées par les mêmes lettres dans la *fig. 1*. J'ai indiqué par des lignes ponctuées le parcours *probable* de ces couches dans l'intérieur du glacier. Leur extrémité inférieure vient affleurer sur l'escarpement EF. Si l'on fait une coupe vers le milieu du glacier par un plan vertical perpendiculaire à l'axe, on voit (*fig. 4*) que les écailles sont légèrement concaves dans le sens de la largeur du glacier. Ainsi donc sa masse se compose de cinq grandes couches de glace concaves vers le haut et séparées par un grand nombre de couches analogues, mais plus minces, parallèles aux premières. L'une de leurs extrémités forme les courbes noires de la surface supérieure; l'autre extrémité est indiquée par les lignes sensiblement horizontales de l'escarpement.

M. Agassiz a étudié ces courbes sur le glacier de l'Unteraar (1), M. Forbes sur la mer de glace de Chamonix (2). Il les a retrouvées sur les glaciers de Macugnaga et d'Alalein, où elles étaient nettement dessinées (3). Je les ai vues moi-même de la manière la plus distincte sur le glacier inférieur de Grindelwald, entre la Stierregg et le Zäsenberg. Sur tous ces glaciers, leur convexité est tournée vers la partie inférieure du glacier, et ces courbes sont d'autant plus allongées qu'elles se rapprochent davantage de cette

(1) *Excursions et séjours dans les glaciers*, par Desor, p. 491.

(2) *Travels*, etc., p. 162.

(3) *Ibid.*, p. 345, esquisses topographiques, VIII et IX.

extrémité (1). La vue de ces lignes fit naître dans l'esprit de M. Forbes le premier germe de sa théorie sur la progression des glaciers. Voici cette théorie en peu de mots (2) : le glacier se meut plus vite au milieu que sur les bords ; son mouvement est donc comparable à celui d'une masse semi-liquide. Les parois du canal dans lequel elle coule retardent sa progression sur les côtés ; si elle charrie à la surface de l'écume ou des impuretés, celles-ci formeront des anses dont la convexité est tournée vers le bas de la pente. Donc la forme parabolique de ces courbes est due à la progression inégale des diverses portions du glacier, et prouve sa viscosité. M. Agassiz n'assimile nullement la marche d'un glacier à l'écoulement d'un liquide ; toutefois il attribue aussi la courbure des lignes noires à la progression plus rapide du centre de la masse.

Je suis loin de nier qu'il n'en soit ainsi sur les grands glaciers ; mais sur celui du Faulhorn, la convexité des courbes noires étant tournée vers le *haut* du glacier en sens inverse de sa progression, il faut chercher ailleurs les causes de la forme parabolique de ces courbes. Nous la trouverons dans le mode de fusion des principales couches qui composent la masse du glacier ; celui du Faulhorn, avons-nous dit, est dirigé du S.-S.-O. au N.-N.-E. Sa rive occidentale est dominée par le cône du Faulhorn ; sa rive orientale, par les parties élevées du plateau de Gassen, qui plongent vers le Tschingelfeld ; son extrémité supérieure par ce plateau lui-même. L'escarpement tourné vers le N.-N.-E., suspendu au-dessus d'un abîme, n'est frappé directement par les rayons du soleil que pendant quelques heures par jour, et seulement en été. En outre, son orientation est telle qu'il ne saurait recevoir la chaleur réfléchie par les rochers voisins. Ainsi donc, les écailles de glace qui composent le glacier ne sauraient fondre beaucoup pendant l'été par leur tranche inférieure qui vient aboutir à l'escarpement. Il n'en est pas de même de la tranche supérieure de ces écailles, dont nous allons examiner la fusion. Reportons-nous, pour simplifier l'explication, au commencement de l'été, et représentons-nous l'écaille la plus superficielle au moment où la couche de neige molle qui recouvrait le glacier vient de disparaître. Cette écaille est alors en contact avec le sol dans toute la périphérie du glacier, et ne tarde pas à fondre sous la triple influence de la chaleur de l'air, du soleil, et principalement du sol, qui agit à la

(1) *Voy. la carte de la mer de glace de Chamonix*, par M. Forbes.

(2) *Travels, etc.*, p. 175.

fois par sa conductibilité et par sa chaleur rayonnante (1). Cette fusion a un double effet : 1° elle diminue l'épaisseur de la couche, c'est la fonte superficielle ; 2° elle rétrécit l'étendue de la couche, c'est la fusion périphérique. La couche, fondant ainsi par son extrémité supérieure et par ses côtés, se rétrécit, diminue d'étendue, et semble reculer vers l'escarpement terminal sur lequel elle reste constamment appuyée. Bientôt l'écaille n'est plus en contact avec le sol, mais elle continue à fondre sous l'influence de l'air du soleil et de la chaleur réfléchie par les sommités et les rochers qui entourent le glacier. Cette fusion se propageant de la partie supérieure vers l'extrémité inférieure du glacier, et des parties latérales vers l'axe, il en résulte la forme parabolique que nous avons mentionnée. Plus on se rapproche de l'escarpement, moins la fusion latérale est efficace et moins aussi les bords de l'écaille s'éloignent des rives du glacier. Il y a plus : les côtés des écailles sont beaucoup plus éloignés de la rive occidentale du glacier que de la rive orientale. (Voy. pl. V, fig. 1.) Cette différence s'explique aisément : en effet, tandis que le bord occidental de l'écaille fondait et reculait rapidement sous l'influence de la chaleur réfléchie par le versant méridional du cône terminal de la montagne, la partie orientale diminuait fort peu, car elle ne reçoit que la chaleur qui lui est renvoyée par le talus peu élevé du plateau de Gassen.

En se rétrécissant, en reculant pour ainsi dire vers l'escarpement et vers le milieu du glacier, l'écaille dont nous parlons a mis à découvert celle qui lui est sous-jacente ; à son tour, celle-ci fond sous l'influence des causes que nous avons énumérées. Elle se rétrécit et se retire comme la précédente. Ces fusions successives des couches du glacier continuent ainsi pendant les chaleurs de l'été : de là ces écailles imbriquées sensiblement équidistantes qui composent le glacier. Les plus superficielles sont les plus anciennes, et aussi les plus petites en étendue ; elles se montrent sous forme

(1) Pour donner une idée de l'échauffement relatif du sol à la surface et de l'air dans les hautes Alpes, je me bornerai aux faits suivants : du 11 au 17 août 1842, la moyenne de l'air fut de 6°, 67 ; maximum, 11°, 4 ; minimum, 2°, 1. Sol, à la surface, 9°, 51 ; maximum, 27°, 5 ; minimum, 1°, 0. Du 21 au 28 septembre 1844, la température moyenne de l'air a été de 4°, 06 ; le maximum, 10° 8 ; le minimum, — 0° 3. La température moyenne du sol, du 21 au 28, à la surface, a été de 6°, 4 ; maximum, 59°, 8 ; minimum, 3°, 3. A 0^m, 25 de profondeur, moyenne 5°, 46.

de lambeaux irréguliers, accumulés près de l'escarpement terminal. La fusion de ces écailles est encore favorisée par une poussière noire qui recouvre leur tranche, soit que cette poussière y ait été accumulée par les vents, soit qu'elle ait été déposée sur l'écaille à l'époque où celle-ci formait la partie supérieure du glacier, et qu'elle fasse partie intégrante de la glace qui la compose.

A toutes ces causes de fusion, il faut encore en ajouter une autre : c'est l'action directe des rayons solaires, qui tendent à diviser la surface du glacier en lames parallèles dirigées vers le midi et dans le plan de l'équateur. Nous en avons eu la preuve, M. Bravais et moi. En descendant du Mont-Blanc le 1^{er} septembre 1844, nous traversions le glacier des Bossons entre les Grands-Mulets et la pierre de l'Échelle, à environ 2800 mètres au-dessus du niveau de la mer. Une couche de neige, tombée quinze jours auparavant, recouvrait le glacier. A la surface, cette neige était divisée en lames séparées par des sillons de 1 à 2 centimètres de profondeur. Toutes ces lames étaient dans le plan de l'équateur, et dirigées vers le midi. C'est le soleil qui, en fondant les parties de la neige les plus fusibles, la divise ainsi en *lames équatoriales*. La même chose a lieu pour les couches du glacier dont la tranche est dirigée vers le midi.

Je ne prétends point étendre ces explications aux grands glaciers, tels que celui de l'Unter-Aar, de Grindelwald, ou de la mer de glace de Chamonix. Toutefois, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que la fusion explique tout aussi bien la forme parabolique des tranches de couches que la progression plus rapide du centre de ces grands glaciers. En effet, dans un glacier ayant dix ou quinze kilomètres de long, il est évident que la fusion d'une couche commence d'abord par sa partie la plus déclive, où le climat est beaucoup plus chaud et le printemps plus hâtif ; c'est donc par là que les couches superficielles commenceront à fondre. Plus on descendra des régions supérieures vers les régions inférieures d'un glacier, plus aussi l'excès de la fusion des parties latérales sur celle de la portion médiane des écailles sera considérable. Près de son origine, le glacier n'est entouré que de champs de névé et de cimes couvertes de neige, l'air s'échauffe peu, et les nuages se tiennent habituellement à ces hauteurs : aussi les écailles fondent peu, la fusion de leurs bords ne l'emporte guère sur celle de la partie moyenne, et les courbes noires sont à peine convexes. Dans les régions inférieures du glacier il n'en est pas de même ; la fusion, très active au milieu

l'est encore plus sur les bords, où la chaleur réfléchiée par les parois des rochers voisins ou les hauteurs environnantes fond incessamment les parties latérales de l'écaille. Ces excès de la fusion latérale sur la fusion moyenne s'accumulent d'année en année; de là la forme de plus en plus allongée des courbes paraboliques à mesure que l'on descend le long d'un glacier. M. Forbes les a parfaitement figurées sur sa carte de la mer de glace de Chamonix. Je ne prétends pas nier que la courbure de ces lignes noires ne soit un effet complexe de l'inégale fusion et de la différence de progression du milieu et des bords, mais je pense que la première de ces deux causes ne saurait être négligée, puisqu'elle peut à elle seule donner lieu aux courbes dont nous parlons, comme le prouve l'exemple du glacier du Faulhorn.

IV. *Stratification du Glacier.*

L'accroissement du glacier et la formation des courbes paraboliques qu'on observe à sa surface nous ont conduit à parler plusieurs fois de sa structure stratifiée. Il est temps de prouver que ce glacier se compose en effet de couches superposées, distinctes et séparées. Pour bien comprendre cette structure, il faut se reporter à l'origine d'un glacier sans névé. Je vais d'abord exposer cette formation comme je la conçois; les preuves viendront après.

Pendant l'automne, l'hiver et le printemps, de nombreuses chutes de neige ont lieu sur le Faulhorn. Les couches qui en résultent diffèrent généralement entre elles par leur épaisseur et par la forme, la consistance et la grosseur des flocons ou du grésil qui les composent. De là une densité très variable qui se trouve encore modifiée par le tassement de la couche elle-même et la pression des couches subséquentes. Arrive le printemps: la fusion de la neige commence; mais c'est d'abord sur les sommets et les plateaux exposés au soleil que cette fusion a lieu. L'épaisseur de la neige, que le vent accumule toujours dans les bas-fonds, est moins considérable sur les reliefs du terrain, et l'eau résultant de cette fusion atteint bientôt le sol. Dès que celui-ci est en partie à découvert, la neige restante fond principalement en dessous et sur les bords. L'eau résultant de cette fusion coule vers les parties les plus déclives, où se trouvent de grandes masses de neige, et pénètre d'abord la couche la plus inférieure qui est en contact avec le sol, puis successivement, et en remontant de proche en

proche, toutes les autres jusqu'à la plus superficielle. Si la masse de neige n'est pas fondue par les chaleurs de l'été, ces couches, pénétrées d'eau, gèlent pendant les périodes de froid et forment le noyau d'un petit glacier.

Je passe à l'énumération des preuves sur lesquelles repose cette théorie de la formation des glaciers sans névé. J'ai dit que les chutes de neige forment des couches distinctes, sinon à l'œil, du moins par quelques unes de leurs propriétés; j'ajoute que deux ou trois couches différentes peuvent correspondre à une seule chute de neige. Pour vérifier le fait directement, il faudrait se trouver au Faulhorn en hiver, ou au moins au printemps; mais si, pendant l'été, on s'élève dans les Alpes, on retrouve, à de grandes hauteurs, le printemps des montagnes moins élevées. Au grand plateau du Mont-Blanc, à 3910 mètres au-dessus de la mer, on voyait partout que les assises de neige étaient parfaitement distinctes, et quelquefois séparées l'une de l'autre par une couche mince de poussière et d'impuretés.

Cette stratification est surtout évidente dans certaines crevasses et sur les seracs (1), qui sont tous composés de couches de neige faciles à compter et d'une épaisseur très variable. Non seulement ces couches sont distinctes, mais leur couleur, leur densité, sont très différentes, et quelques unes sont complètement converties en glace vive. De Saussure (2). Agassiz (3), et tous les voyageurs qui ont étudié les hautes régions des Alpes de la Suisse ont été frappés de cette disposition remarquable.

J'ai dit ensuite que la fusion de la neige commençait sur les sommets et les plateaux exposés au soleil: l'expérience journalière prouve qu'il doit en être ainsi. J'ajouterai néanmoins qu'en été on trouve des calottes de glace résultant de la congélation de l'eau fondue à des hauteurs supérieures à 4000 mètres, mais toujours dans les endroits saillants et découverts. Sur le Mont-Blanc, j'ai observé ces calottes de glace au dôme du Gouté, au-dessus des Rochers-Rouges et sur l'aiguille de Saussure (aiguille sans nom), celle qui avoisine le sommet de la montagne. Sur le Schreckhorn M. Desor a fait des observations analogues (4). La

(1) De Saussure donne ce nom à des masses de neige compacte cubiques ou pyramidales qu'on trouve sur les glaciers supérieurs, et qui ont quelquefois vingt mètres d'élévation.

(2) *Voyages dans les Alpes*, § 1975 et 1981.

(3) *Excursions et séjours dans les glaciers*, p. 367.

(4) *Excursions, etc.*, p. 554.

même chose se passe au printemps et même en hiver à des hauteurs inférieures à 3000 mètres.

Dès qu'une portion du sol est à découvert, c'est sur les bords et par sa partie inférieure que la neige continue à fondre. Tout le monde peut s'en assurer au bord des flaques de neige qui persistent en été dans les Alpes. Il se forme alors, à leur périphérie, des voûtes sous lesquelles on trouve quelquefois des touffes de Saxifrage étoilée et de Soldanelle en fleur. L'eau résultant de la fusion de ces neiges coule vers les bassins de réception et s'infiltré dans les masses de neige qui y sont accumulées. Cette infiltration se fait successivement de bas en haut. Je crois l'avoir établi dans mon premier mémoire sur le glacier du Faulhorn (1). Mais cette année nous avons pu voir, M. Bravais et moi, comment s'opère cette infiltration horizontale de la neige. Sur le bord oriental du glacier, il y avait deux couches visibles ; l'inférieure dépassait la supérieure, s'élevait sur une pente couverte de fragments de roche, et se raccordait avec elle sous un angle très aigu. La supérieure n'était pas en contact avec le sol : aussi était-elle encore à l'état de neige ; l'inférieure, au contraire, était pénétrée d'eau et changée en glace ; elle se prolongeait vers le milieu du glacier, au-dessous de la supérieure, sous la forme d'une lame épaisse de glace compacte. Je donnerai plus bas un autre exemple d'infiltration horizontale dont nous avons été témoins au grand plateau du Mont-Blanc.

V. *Structure rubanée de la glace.*

M. Zumstein reconnut le premier, en 1820, dans une crevasse où il passa la nuit, non loin de la cime du Mont-Rose, que la glace des glaciers se composait de bandes alternativement bleues et blanches (2). Cette structure est plus ou moins apparente sur tous les glaciers, excepté à leur extrémité inférieure, où la glace est souvent homogène. Les bandes blanches sont formées de glace peu compacte, remplie de petites bulles d'air sensiblement sphériques. La glace bleue est plus dure et contient peu ou point de bulles d'air : de là les différences de couleur et de densité de ces deux espèces de glace. Pour étudier ces bandes bleues, je fis avec une hache un grand nombre de coupes verticales dans le glacier : les unes étaient parallèles, les autres perpendiculaires à son axe.

(1) *Annales des sciences géologiques*, octobre 1842, p. 845, et *Bulletin de la Société géologique*, 1842, p. 142.

(2) *Von Welden, Der Monte Rosa*, p. 129.

On se rappelle que la tranche de chacune des grandes écailles qui entraient dans la composition du glacier formait une courbe parabolique dont la convexité était tournée vers le haut du glacier, tandis que les deux branches venaient aboutir aux extrémités de l'escarpement, près duquel elles étaient sensiblement parallèles aux bords du glacier. Chacune de ces écailles était composée de glace compacte. Ainsi, en faisant une coupe verticale perpendiculaire à l'une de ces courbes, je mettais à nu une de ces bandes bleues, qui, dans le cas actuel, n'était autre chose que l'écaille elle-même : or, les écailles dont se compose le glacier étant légèrement convexes vers le ciel, dans le sens transversal, et d'autant plus inclinées qu'elles se rapprochent davantage de l'escarpement terminal, les bandes bleues affectaient et devaient affecter une direction et une inclinaison variées. Sur les bords du glacier elles étaient sensiblement horizontales ou inclinées vers son axe sous des angles moindres de 25° . (Voy. pl. V, fig. 4). C'est ce que l'on constatait très bien sur toutes les coupes verticales et perpendiculaires à l'axe du glacier. Des coupes verticales parallèles à l'axe montraient que vers le sommet du glacier les bandes venaient se raccorder avec la surface sur un angle très aigu (fig. 3); mais à mesure qu'on se rapprochait de l'escarpement, leur inclinaison augmentait avec celle des couches, et atteignait enfin 40° et 45° . L'épaisseur de ces bandes était en général de 4 à 5 centimètres.

Entre les affleurements des grandes écailles, il y avait, à la surface du glacier, de petites saillies séparées par des sillons étroits et peu profonds. Ces saillies étaient sensiblement parallèles au bord des grandes écailles, c'est-à-dire longitudinales sur les bords du glacier, transversales au milieu. Quand on faisait des coupes verticales perpendiculaires à la direction de ces sillons, on trouvait aussi des bandes bleues ou plutôt des *veines* bleues; car elles étaient beaucoup plus nombreuses, plus étroites et plus irrégulières que les bandes (pl. V, fig. 5). J'en ai compté souvent vingt à trente dans une coupe de 60 centimètres de long sur 11 de haut; mais elles devenaient d'autant plus rares qu'on remontait davantage vers le sommet du glacier, où la surface était composée de neige grenue encore imparfaitement gelée. Quelques unes avaient à peine deux ou trois millimètres de large, et celles qui atteignaient une largeur de plusieurs centimètres étaient évidemment composées de la réunion de plusieurs petites veines isolées, car on y remarquait des lames de neige très minces qui séparaient la bande de glace en plusieurs veines distinctes; en outre elles se croisaient dans leur direction de manière à former une espèce de treillis ou de réseau. Ainsi

donc il y a, sur le petit glacier du Faulhorn, deux genres de bandes : les grandes bandes parallèles qui constituent les écailles principales, puis les petites veines bleues dont je viens de parler. Les veines se distinguent aussi des bandes par leur moindre densité et par leur couleur : elles sont plutôt grisâtres que bleues, et ne contrastent pas aussi fortement avec la neige qui les entoure. Toutes ces circonstances leur assignent une origine différente de celle des bandes bleues qui correspondent aux grandes écailles du glacier.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur le mode de formation des grandes bandes bleues. Je pense qu'elles sont dues à une infiltration plus parfaite de certaines couches de neige. Nous avons vu que toutes les couches du glacier sont successivement pénétrées horizontalement par l'eau qui coule sur les pentes voisines. Mais toutes ne le sont pas aussi complètement l'une que l'autre. La densité, la grandeur et la disposition des espaces capillaires, la nature de la surface qui la première est en contact avec l'eau, peuvent produire à cet égard de grandes différences. En voici la preuve. Dans la première ascension que je fis au Mont-Blanc avec MM. Bravais et Lepieur, le 31 juillet 1844, le mauvais temps nous força à dresser notre tente au grand plateau, à 900 mètres au-dessous du sommet, et à redescendre le lendemain. Une seconde tentative ne fut pas plus heureuse ; enfin, le 28 août, nous atteignîmes pour la troisième fois le grand plateau. Notre tente y était depuis un mois. Durant cet intervalle, d'abondantes chutes de neige avaient eu lieu ; car, autour de la tente, la neige s'élevait à 0^m,8 du côté de l'est, et à 1^m,5 du côté de l'ouest. Notre premier soin fut de la déblayer. On fit donc dans la neige des coupes verticales dont la plus élevée était tournée vers l'est ; elle ne présentait pas de couches distinctes. Au bout de trois jours, nous remarquâmes sur cette coupe de petites bandes horizontales de glace bleuâtre d'un centimètre d'épaisseur. Ces bandes étaient composées de lames parallèles très minces. Elles pénétraient horizontalement de deux à cinq centimètres dans la masse et étaient séparées par des intervalles où la neige se trouvait dans son état naturel. Ainsi donc la chaleur du soleil, qui faisait monter quelquefois à 8° au-dessus de zéro le thermomètre exposé à ses rayons, avait fondu légèrement la tranche de certaines couches qui s'étaient infiltrées d'eau, tandis que les autres n'avaient pas été pénétrées. Un autre fait démontrait cette grande influence du mode d'agrégation des particules. Parmi les blocs de neige détachés des abords de la tente et gisant autour d'elle, quelques uns s'étaient couverts d'un mince

vernis de glace sur toute la surface exposée au soleil. La neige du grand plateau, au contraire, ne fondait nulle part; nous nous en sommes assurés expérimentalement (1).

Ces observations prouvent d'abord que les couches d'une même paroi verticale de neige ne s'infiltrant pas d'eau avec une égale facilité, mais qu'il existe des couches *de plus facile infiltration*, et en second lieu, que cette infiltration se fait très bien dans le sens horizontal. La même chose se passe dans les glaciers sans névé. Certaines couches s'infiltrant complètement d'eau; tout l'air que la neige contenait dans ses interstices se dégage; de là l'origine des bandes bleues. D'autres s'infiltrant beaucoup moins et restent remplies de nombreuses bulles d'air; ce sont les bandes blanches. Je ne serais pas éloigné de croire que les couches bleues sont celles qui se sont trouvées près de la surface pendant l'un des étés de la vie du glacier. Elles se sont alors infiltrées à la fois horizontalement par les bords du glacier et verticalement par suite de la fusion superficielle. C'est pendant l'infiltration verticale que les bulles d'air se dégagent le plus facilement. Dans les beaux jours d'été, lorsque le glacier est couvert de petites flaques d'eau, on voit une foule de bulles d'air s'élever sans cesse à leur surface en produisant un bruit particulier analogue à la crépitation d'un poumon sain qu'on presse entre les mains (2). A la suite d'une nuit sereine, M. Bravais a vu, le 18 août 1842, vers 5 heures du matin, le glacier du Faulhorn couvert d'une croûte de glace compacte et d'un vert bleuâtre, qui réfléchissait très bien les teintes du crépuscule.

Les veines réticulées que j'ai observées au-dessous des petites stries superficielles de la surface du glacier me paraissent être un nouvel argument en faveur de la théorie de l'infiltration. Il était évident, en les examinant, que l'eau avait pénétré de haut en bas à travers les interstices de la neige, et produit le réseau irrégulier dont nous avons parlé.

Les faits que nous avons observés sur le glacier du Faulhorn ne sont pas favorables à l'hypothèse de M. Forbes sur la formation

(1) A deux décimètres de profondeur, la température du névé était, en moyenne, de -10° , 0. Pendant les nuits sereines, elle descendait toujours à -18° ou -20° , et nous nous sommes assurés que, pendant nos quatre jours de séjour au grand plateau, l'ablation superficielle avait été complètement nulle.

(2) Voyez *Annales des sciences géologiques*, octobre 1842, p. 843, et Desor, *Excursions*, etc., p. 310.

des bandes bleues. La progression d'un glacier étant plus rapide au centre que sur les bords, ce physicien suppose que la glace est une substance plastique, semi-fluide, qui coule comme un liquide visqueux dont la marche serait retardée par son adhérence aux parois du canal qui le contient (1). Sur cette hypothèse, M. Forbes en élève une deuxième : c'est que la différence de mouvement du milieu et des bords du glacier donne lieu à des surfaces de séparation, à des vides qui s'infiltreront d'eau (2). Cette eau, selon lui, gèlerait pendant l'hiver et formerait les bandes bleues. Aucune de ces suppositions n'est applicable au glacier du Faulhorn. La progression de ce glacier est tellement lente, même dans sa partie centrale, qu'elle est inappréciable dans l'espace de huit jours. Il ne saurait donc y avoir une différence sensible entre la vitesse de ses bords et celle de son centre. Cependant il contient dans sa masse des bandes bleues de 4 à 5 centim. de largeur, qui, suivant M. Forbes, seraient des surfaces de séparation de parties qui se meuvent avec une vitesse inégale. M. Forbes considère en outre comme une conséquence nécessaire de sa théorie que les bandes bleues doivent devenir horizontales à mesure qu'elles s'approchent de l'extrémité inférieure du glacier (3). Sur le nôtre, c'est le contraire, car c'est près de l'escarpement qu'elles ont l'inclinaison la plus forte.

En terminant ces remarques, je crois nécessaire de répéter encore que je ne prétends pas établir une similitude parfaite entre les glaciers sans névé des basses montagnes et les grands glaciers des hautes Alpes. Néanmoins, dans les uns et les autres, l'affleurement des couches sur l'escarpement terminal forme des lignes horizontales, la surface supérieure présente des courbes noires paraboliques, et l'intérieur de la masse offre des bandes bleues. Il est par conséquent probable que cette structure doit avoir une explication commune aux deux genres de glaciers, sauf les modifications qui doivent résulter de leur grandeur, de leur inclinaison et de leur progression relatives.

Résumé général.

1^o De 1841 à 1844, le glacier du Faulhorn s'est accru dans le

(1) *Travels through the Alps*, p. 368.

(2) *Ibid.*, p. 377.

(3) Théorie de la structure veinée de la glace, *Bibliothèque universelle*, juin 1844.

rapport de 1 à 8 par l'addition de nouvelles couches de neige qui se sont infiltrées d'eau, puis congelées ensuite.

2° L'ablation diurne moyenne, pendant l'été, a été de $41^{\text{mm}},0$ avec une température moyenne de $4^{\circ},10$. C. L'ablation moyenne pour 1° est de $10^{\text{mm}},2$.

3° La méthode employée pour mesurer l'ablation du glacier permet de tenir compte des effets dus au tassement et à l'affaissement de la masse.

4° Les couches noires paraboliques de la surface présentent leur convexité tournée vers le haut du glacier, contrairement à ce qu'on observe sur les mers de glace.

5° Ces couches sont les affleurements des écailles de glace compacte qui forment le squelette du glacier.

6° La forme parabolique est due au mode de fusion de ces écailles, et ne saurait être attribuée à la marche plus rapide du centre comparée à celle des bords.

7° Le glacier du Faulhorn est composé de couches stratifiées dont l'inclinaison augmente à mesure qu'on se rapproche de l'escarpement.

8° Les grandes bandes bleues correspondent à ces couches, qui se sont infiltrées d'eau plus complètement que les autres.

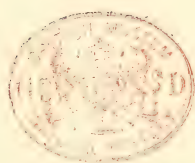
9° Elles ne sauraient être dues à la progression inégale des différentes parties du glacier, puisque cette progression est insensible.

10° Outre les bandes bleues, il y avait aussi des veines bleues anastomosées entre elles, et formant un treillis assez compliqué.

11° La plupart de ces observations doivent être applicables aux grands glaciers, avec les modifications résultant de leur origine, de leur progression, de leur longueur, etc., etc.

M. de Beaumont demande si M. Forbes n'a pas mesuré l'ablation des glaciers de la même manière que MM. Escher de la Linth et Agassiz, en enfonçant un pieu à une certaine profondeur, et en examinant l'abaissement de la surface supérieure par rapport à une marque quelconque faite sur le pieu; il pense que l'enfoncement du bâton, par suite de la fusion de la glace au fond du trou, doit être fort peu de chose.

M. Martins dit que ce procédé ne donne qu'une approximation assez grossière parce que le trou se creuse. Le creusement a lieu quelquefois avec assez de vitesse pour que le résultat de la vérification accuse une accrétion de la surface

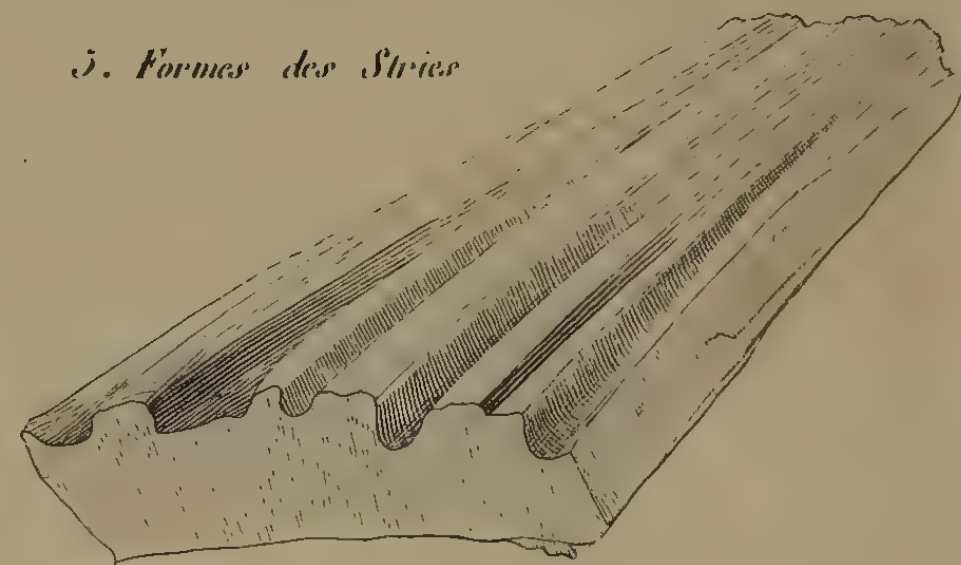


1. Carte d'une partie de la vallée de la Moselle entre Maxéville et Rupt



Note sur les traces d'anciens glaciers
dans les Vosges,
par M. Hogard.

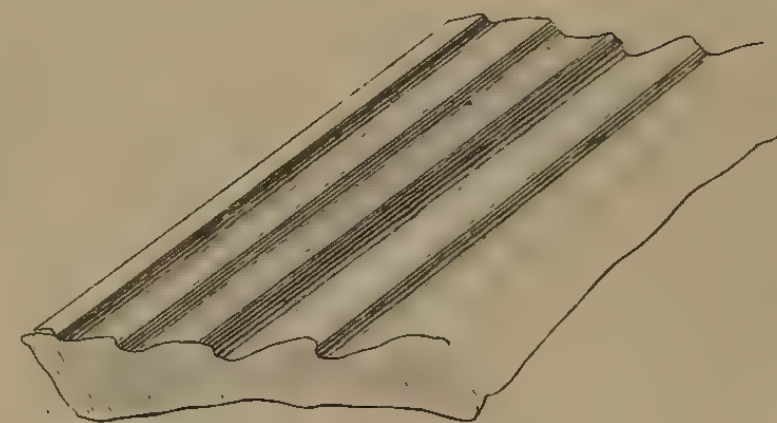
5. Formes des Stries



2. Coupe en travers de la vallée



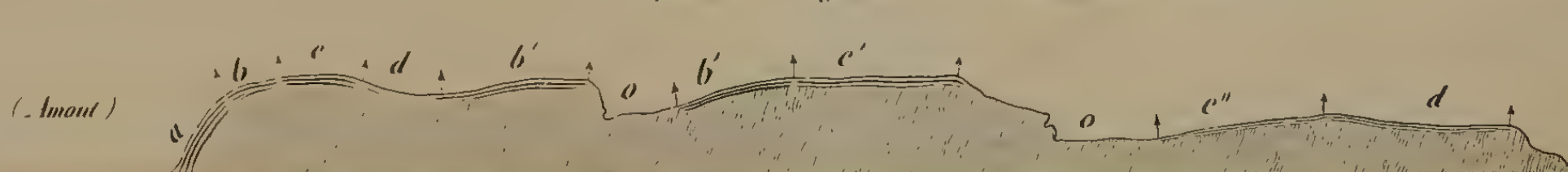
6. Formes des Stries



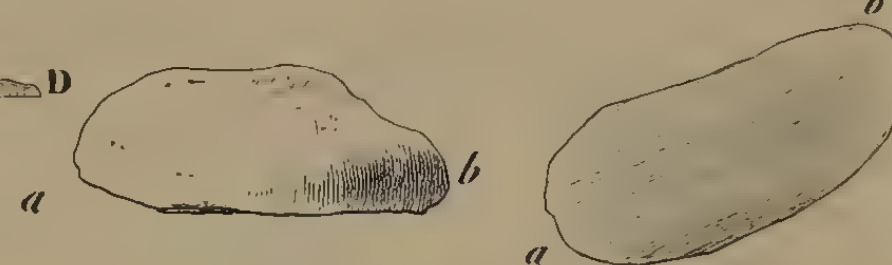
5. Coupe suivant la vallée et suivant la direction des Stries



4. Disposition, Profondeurs et Discontinuité des Stries



7. Blocs du Mont de Fourches



du glacier, au lieu de l'ablation qui a lieu. Il ajoute que M. Forbes a renoncé à l'emploi de ce moyen; il s'est servi d'un procédé analogue au sien, mais sans indiquer s'il avait tenu compte de la translation du glacier, laquelle, se faisant sur un sol incliné, peut donner lieu à une erreur assez forte sur la quantité de l'ablation; la pente moyenne de la surface du glacier observé par M. Forbes était de $4^{\circ} 43'$.

On lit un travail de M. Hogard intitulé :

Note sur les traces d'anciens glaciers dans les Vosges.

Dans mes notes de 1840 et de 1842, sur les traces de glaciers qui, à une époque reculée, ont recouvert la chaîne des Vosges, j'ai négligé de citer les localités où l'on pouvait retrouver les rochers à surfaces polies et striées que l'on doit considérer comme les preuves les plus évidentes de l'action des glaciers.

Les détails dans lesquels je suis entré sur les formes et sur les dispositions des moraines et des blocs erratiques, et ceux que MM. Le Blanc et Renoir avaient donnés de leur côté sur ces dépôts, me paraissaient suffisants pour lever tous les doutes et pour démontrer que si jusqu'alors on avait pu confondre en un seul groupe tous les amas de sables, de galets et de blocs répandus dans nos vallées, sur les flancs et les sommités mêmes de quelques montagnes, il était temps enfin de séparer les nappes d'alluvion et de comblement des dépôts de mêmes matières rejetées sur les limites des glaciers; mais les objections que plusieurs géologues m'ont adressées m'imposent en quelque sorte l'obligation de revenir sur cette question, en citant de nouveaux faits à l'appui de mon opinion, fondée sur des observations répétées avec soin et sans idées théoriques arrêtées à l'avance, et en produisant de nouvelles preuves que je m'empresse de consigner dans cette note.

Dans les Vosges comme dans le voisinage des glaciers actuels on voit des sillons, des stries gravées sur les rochers les plus durs, des surfaces mamelonnées et encore parfaitement polies (1). M. Renoir en a cité plusieurs exemples (2): ainsi il en a rencontré près de Wesserling, sur la rive droite de la Thur, à des hauteurs plus ou moins grandes, tandis que sur le versant S.-O. les surfaces des rochers, étant plus exposées aux actions de l'atmosphère,

(1) H. Hogard, *Observations sur les traces de glaciers*, etc. 1840, p. 17.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XI, p. 57.

sont entièrement décomposées, recouvertes de débris, et déjà arrivées aux talus d'éboulement sur un grand nombre de points. Au-dessus du village d'Orbey, près de la route, ces surfaces polies ont peu d'étendue, elles sont moins bien conservées que celles de Wesserling; mais plus haut, près de l'un des tournants de la route, il a retrouvé ces surfaces mieux conservées, avec leurs stries bien visibles à plus de 500 mètres au-dessus de Wesserling, et enfin sur le versant méridional du ballon de Giromagny.

Dans les vallées de la Moselle, de la Moselotte et de Cleurie, on rencontre à chaque pas des rochers à surfaces mamelonnées, dont le poli est quelquefois encore assez net, mais dont quelques unes commencent à se décomposer, et sur lesquelles on rencontre assez fréquemment des stries, des cannelures, et, dans tous les cas, lors même que la décomposition a fait disparaître ces dernières en partie, des traces évidentes d'un frottement qui n'a pu être exercé que par un agent poussé constamment dans le même sens et suivant une direction invariable.

Il serait superflu de donner la description des divers rochers présentant les traces de l'action de matières dures, mises en mouvement par un agent qui a disparu, et dont les forces érosives ont dû avoir une très grande puissance pour abattre et arrondir les aspérités des roches très dures, leur donner souvent une courbure allongée dans le sens des stries, les polir, et graver enfin sur ces surfaces polies de profondes ornières, témoignant à la fois de l'énergie de l'action et indiquant la nature de l'agent qui seul a pu l'exercer. Les rochers, ainsi façonnés, existent tantôt sur les flancs des montagnes à de grandes hauteurs au-dessus du fond des vallées, tantôt se relevant en massifs isolés dans les fonds mêmes de ces dépressions, tantôt formant enfin les barrages des bassins successifs qu'elles présentaient autrefois. Nous nous contenterons de citer un seul exemple, pris à un point facilement accessible, près d'une grande route, sur le bord même de la Moselle, et dans une position telle qu'on n'aurait pas hésité, il y a quelques années, d'attribuer à l'action seule des eaux les dispositions dont nous allons rendre compte.

A l'amont du tissage des Meix, commune de Rupt, à moitié chemin à peu près de Remiremont à Saint-Maurice, près de la route royale n° 66 de Bar-le-Duc à Bâle, s'élève un petit massif de rochers granitiques au fond même de la vallée et au pied duquel la Moselle vient décrire un double coude pour tourner l'obstacle qu'il oppose à son passage.

Toutes les surfaces inclinées vers l'amont sont polies, à l'except-

tion de celles du cône supérieur, dont les flancs démantelés ont éprouvé quelques déchirements, soit par suite de la chute de quelques fragments décomposés, soit par suite de travaux exécutés de main d'homme, à diverses époques.

Sur ces surfaces polies on remarque des stries tracées en ligne droite, s'élevant ou s'abaissant sur les pentes du rocher, malgré les nombreuses inflexions du plan sur lequel elles sont projetées, conservant leur parallélisme, et suivant, sans éprouver de déviation, la direction de la vallée N. 51°. 30'. O. Cependant, sur un point, elles courent au N. 50° 20' O., ce qui établirait une différence bien légère et insignifiante de 1°. 10', eu égard à la distance parcourue entre les directions des stries de l'une des surfaces et de celles des autres parties du rocher sur lesquelles ces directions ont été relevées (pl. VI, fig. 1).

On voit, en examinant les coupes n° 2 et n° 3, que ce massif formait dans le fond même de la vallée un obstacle qui a dû arrêter ou retarder la marche, soit d'un courant, soit d'un glacier; que du sommet au niveau du cours d'eau, son flanc gauche est incliné vers le Thalweg, et qu'à l'amont, contre le courant de la rivière, il présente un escarpement bien prononcé, tandis qu'il s'abaisse graduellement vers l'aval suivant une inclinaison beaucoup plus faible, et que dans son ensemble il affecte une courbure tracée à l'amont avec un rayon très petit, comparativement à ceux du surplus de la surface du côté d'aval.

C'est sur le côté gauche et sur les parties planes et inclinées qu'on remarque plus particulièrement les surfaces polies et striées qu'un corps dur quelconque n'aurait pu creuser suivant des lignes droites parallèles, sans dévier sur ces plans inclinés transversalement, s'il n'eût été fortement engagé et maintenu dans la direction verticale par un corps solide qui le faisait avancer en marchant avec lui, et ce n'est pas dans l'eau et avec le concours de l'eau à l'état liquide, que des galets de substances minérales dures auraient pu, même par leur passage longtemps prolongé sur ce rocher, produire ces traces de frottement et d'érosion bien conservées, et qu'on ne voit se produire que sur les masses minérales soumises à l'action des glaciers actuels.

Des galets, en roulant sur un rocher à surfaces inclinées et submergées, usent ses aspérités, entament ses parties les plus tendres, y creusent même, suivant les fissures qui le divisent, des sillons irréguliers communiquant les uns avec les autres, se réunissant et s'entre-croisant; enfin, par un mouvement de rotation longtemps prolongé, ils y creuseraient de ces cavités, des bassins cylindriques

ou coniques dont nous avons tant d'exemples dans les Vosges, et dont l'étude est d'autant plus facile que nos rivières torrentueuses laissent leurs lits presque entièrement à sec pendant une partie de l'année. Mais toutes les formes modifiées ou produites par cette action des eaux se reproduisent dans toutes les localités avec les mêmes caractères. On n'y voit rien de heurté, de régulier, de tranché. Ces contours mollement arrondis, ces ondulations, ces protubérances irrégulièrement groupées, ces cavités à rebords émoussés et sinueuses indiquent un frottement favorisé par un agent qui peut acquérir dans certains cas une certaine puissance, une force d'érosion très grande, et opérer avec une grande énergie, mais dont l'excessive mobilité permet aux débris, lancés contre les rochers, en glissant à leurs surfaces, de tourner sans cesse sur eux-mêmes, de s'écarter latéralement dans tous les sens, et de tomber dans toutes les dépressions ou les cavités qu'ils rencontrent.

Les eaux de la Moselle ne pourraient recouvrir le rocher dont il est question que dans le cas d'une crue extraordinaire, et dont on n'a jamais eu d'exemples, puisqu'il faudrait qu'elles s'élevassent de 10 mètres au-dessus de leur niveau habituel pour atteindre le point *a*, et de 18 mètres pour couvrir le sommet (fig. 2). Mais si elles parvenaient à ces hauteurs, que dans aucun temps sans doute elles n'ont atteint, il est bien certain qu'elles se comporteraient comme elles le font aujourd'hui, c'est-à-dire qu'elles viendraient avec force se jeter contre la tête du rocher, puis le contourneraient; enfin si un galet mis en mouvement parvenait au pied du rocher, soit en *a*, soit en *b* (fig. 2), il serait évidemment entraîné suivant la pente du terrain sur les bords du rocher; mais dans aucun cas il ne marcherait, en montant et en descendant successivement suivant les irrégularités de la roche et *en ligne droite*, comme ont marché cependant les blocs et les galets anguleux et non émoussés qui ont creusé les sillons et les stries dont nous nous occupons.

A l'amont, près de l'aqueduc conduisant les eaux dans le canal de l'usine (fig. 1), le rocher présente un escarpement de 30° 28', soit une rampe de 58 p. 0,70 et une surface polie et recouverte de stries profondes moyennement de 10 centimètres au pied même du talus, et dont la largeur et la profondeur diminuent graduellement en montant (fig. 4 *a* et fig. 5). Ces stries sont d'autant plus profondes que les pentes opposées à l'agent qui les a produites sont plus fortes. Elles sont moins fortes en *b* qu'en *a* (fig. 4), en *c* qu'en *b* : en *b* elles sont à peine visibles; en *b'* et en *c'* elles sont

de nouveau aussi profondes qu'en *b* et en *c* : elles disparaissent au point *o*. Elles sont un peu plus profondes en *c''* qu'en *c'*, et en *d* elles sont légèrement marquées, moins larges, plus serrées et plus déliées.

Ainsi elles sont à peine marquées sur les surfaces inclinées dans le sens de la vallée, et elles disparaissent entièrement dans tous les plis, dans les anfractuosités découpant naturellement la roche transversalement, pour reparaître ensuite quand les surfaces remontent de nouveau.

Au point *a* (*fig. 2* et *4*), elles ont la forme d'entailles coniques (*fig. 5*) qui auraient été creusées par un instrument d'abord fortement engagé dans la roche ou pressé contre elle, au point où la résistance était le plus considérable, et qui ensuite aurait enlevé une couche moins épaisse, à mesure que cette résistance et l'effet exercé pour la vaincre diminuaient et que le glissement du corps frottant et corrodant devenait plus facile et moins lent. De l'extrémité de ces premières entailles partent toujours, suivant la même direction, d'autres stries produites par l'action de corps de diverses formes, semi-circulaires ou prismatiques, et souvent à arêtes supérieures très vives. Mais ces formes bien accusées, ces découpures en lignes droites parallèles entre elles avec leurs arêtes bien dessinées, ne rappellent en aucune façon ces ondulations, ces sillons arrondis et irréguliers de rochers exposés à l'action érosive des eaux, qui n'a rien de la fixité de celle d'une masse de glace avançant graduellement, toujours dans un même sens et avec cette immuable persistance d'un corps solide obéissant à des lois invariables, et marchant entre des masses qui s'opposent à toute déviation et le resserrent dans une voie dont il suit forcément la direction.

Nous avons dit que les stries étaient interrompues dans toutes les anfractuosités transversales (*fig. 4*) ; nous devons ajouter que, dans ces plis, le rocher a conservé toutes ses aspérités : n'est-ce pas une preuve évidente de l'action, sur le rocher, d'une masse de glace qui a franchi, sans y pénétrer, ces cavités dans lesquelles l'eau, à l'état liquide, aurait agi sans difficultés, qu'elle aurait creusées, élargies, arrondies ? n'est-ce pas enfin un fait qu'on n'observe que sur les bords des glaciers, et dont on chercherait vainement des exemples dans les lits des ruisseaux et des torrents ?

Immédiatement au-dessus de ce rocher on ne rencontre plus de traces de moraines ; celle qui probablement fermait la vallée, entre le tissage des Meix et Maxonchamp, a été entièrement dé-

truite, et les matériaux dont elle se composait ont été entraînés dans ces bassins inférieurs où nous retrouvons ces nappes de comblement qui se succèdent depuis Remiremont jusqu'à la sortie des Vosges.

Mais à l'amont, sur la rive droite, nous avons cité les moraines de Rupt, dans un vallon qui descend de Longegoute; à l'aval, sur la rive gauche, la moraine terminale du lac de Fondromé et les blocs erratiques disséminés sur les flancs des montagnes voisines; enfin, sur la même rive, entre la filature de Lette et le col du Mont-de-Fourches, sur les flancs très inclinés de la montagne, au col même et sur les crêtes de cette partie de la petite chaîne, nous avons retrouvé une assez grande quantité de blocs à arêtes émoussées et arrondies: du col au pont de Lette les débris d'une moraine latérale renferment beaucoup de blocs.

Ces blocs, si on les rencontrait dans le fond de la vallée, dans les lits de la Moselle et de ses affluents, on ne manquerait pas de les considérer comme des blocs transportés et arrondis par un frottement prolongé dans le sein des eaux; mais aux points où ils se trouvent placés on ne saurait admettre qu'ils aient pu être entraînés par un courant, attendu qu'ils se trouvent placés à plus de 200 mètres au-dessus du niveau de la Moselle, et que, s'ils avaient été mis en mouvement par les eaux, ils seraient naturellement tombés au fond même de la vallée.

Cependant, en parcourant la distance entre le lieu où ils ont été déposés et le point d'où ils sont partis, leur translation ne s'est pas opérée sans qu'ils fussent soumis à un frottement qui, pour quelques uns de ces blocs, a dû être assez fort, à en juger d'après leur poli et leurs formes arrondies. Mais en les examinant attentivement, on reconnaît bien vite qu'ils ont dû marcher sans s'écarter de la direction initiale qui leur avait été imprimée, qu'ils ont avancé sans tourner sur eux-mêmes et sans éprouver ce roulement continu que les galets et les blocs subissent dans les lits des torrents. En effet, les surfaces sur lesquelles ils reposaient tout en cheminant, sont généralement planes, et, de plus, elles sont souvent striées (*a, b, fig. 6*). Ces formes, ces stries, autant que leurs positions sur des plans très inclinés, hors des limites que jamais les eaux courantes aient pu atteindre, ne laissent pas de doute sur les causes auxquelles on doit attribuer leur transport, aussi bien que la formation des stries, des sillons et des surfaces polies dont nous avons parlé.

Des glaciers seuls ont pu autrefois, comme ils le font encore

sous nos yeux , imprimer au sol qu'ils recouvraient , les marques de la puissance de leur action , et celles-ci n'en sont pas moins évidentes et caractéristiques , quoique , pendant trop longtemps , on ait négligé d'en tenir compte , ou que leur existence ait été méconnue ; mais aujourd'hui , et quelles que soient les modifications à introduire dans certaines théories élevées sur des observations faites pendant les ténèbres , il faut bien enfin que la vérité soit connue et enseignée. On a même prétendu que nos moraines pourraient bien n'être que des débris isolés de nappes d'alluvion ou de comblement , et que leurs formes si caractéristiques pourraient bien n'être que les résultats d'accidents locaux , aussi bien que les surfaces polies du rocher et les stries qui y sont gravées.

Mais après tout , il faudra bien convenir que ces accidents se sont reproduits dans des contrées éloignées avec les mêmes circonstances , ce qui indique qu'ils ont été déterminés par des causes , des lois communes et invariables. Enfin , on le sentira , ce n'est pas assez d'opposer des dénégations aux observations présentées par les naturalistes qui ont fait des observations sur divers points éloignés des glaciers actuels , et dans des chaînes de montagnes dont les sommités sont de beaucoup au-dessous de la limite des neiges perpétuelles ; il faudra , par des explications basées sur des calculs solides , leur démontrer la fausseté de leur théorie et leur expliquer comment ont pu se produire ces phénomènes , bien simples quand on les étudie en abandonnant toute idée systématique arrêtée à l'avance , mais qui seraient des plus extraordinaires , si l'on parvenait à établir que l'eau , à l'état liquide , a pu produire les traces que nous attribuons à d'anciens glaciers.

M. Paillette , sans vouloir contredire les conclusions de M. Hogard , pense que des effets plus ou moins analogues pourraient être dus à d'autres causes. Il dit que la vallée de la Têta , dans les Pyrénées-Orientales , dont il a déjà parlé (*Bull.*, t. XIII, p. 231, 1842), a été cette année même inondée par une trombe d'eau descendue du Canigou. La gorge des Graous-d'Olette , qui a 25 mètres de largeur sur au moins 60 mètres de profondeur , ne suffisant pas momentanément à l'écoulement de l'eau , il s'est produit de véritables cascades sur plusieurs points. Le courant avait une telle force que des ponts ont été arasés d'un seul coup et des voussoirs transportés tout entiers à 100 mètres de distance , ainsi que des blocs de granite de 5 à 6 mètres cubes. Il existe même une

chronique d'après laquelle le couvent de Saint-Martin-de-l'Exalada, élevé de 60 mètres environ au-dessus de la Têta, aurait été détruit par les eaux; mais peut-être qu'à cette époque la gorge était moins profonde.

M. Paillette ajoute que la Moselle même, d'après les rapports des ingénieurs, présente quelquefois des crues très brusques et dénivelées.

Séance du 3 février 1845.

PRÉSIDENTENCE DE M. DE VERNEUIL, VICE-PRÉSIDENT.

M. Martins, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. le Président annonce trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Teissier Rolland (Jules) : *De Nîmes et de ses eaux*, in-8°, III^e partie, p. 431 à 812, et XL p., 1 pl. Nîmes, 1844.

De la part de M. Simms (F.-W.) : *Practical Tunnelling* (Traité pratique de la construction des tunnels), in-4°, 174 p.; 12 pl. et fig. intercalées dans le texte. Londres, 1844.

De la part de M. Carlo Porro : *Malacologia, etc.* (Malacologie terrestre et fluviatile de la province de Côme); in-8°, 140 p., 2 pl. Milan, 1838.

De la part de M. Pilla (Léopold) : *Sopra la produzione, etc.* (Sur la production des flammes dans les volcans et sur les conséquences qu'on peut en tirer); in-4°, 28 p., 2 pl. Lucques, 1844.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1845. I^{er} semestre, n^{os} 3 et 4.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers; 15^e année, n^o 6, 1844.

Bulletin de la Société de géographie; 3^e série, t. II; n^o 12. Décembre 1844.

L'Écho du Monde savant ; 1845 , n^{os} 3 à 6.

L'Institut ; 1845 , n^o 579.

Boletín oficial de Minas de España (Bulletin officiel des mines d'Espagne) ; n^{os} 1 à 14 ; du 1^{er} mai au 15 novembre. Madrid, 1844.

Transactions , etc. (Transactions de la Société royale d'Édimbourg) ; t. XV, 1844.

Proceedings , etc. (Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg) ; 1844 , n^{os} 23 et 24.

The Athenæum ; n^{os} 900 et 901.

The Mining Journal ; n^o 492.

Après quelques observations de MM. Rozet et C. Prévost, la Société adopte une décision du Conseil portant : 1^o qu'il sera adressé des remerciements à M. Graugnard pour les services qu'il lui a rendus lorsqu'il remplissait les fonctions d'agent ; et 2^o qu'une somme de 300 francs sera appliquée à l'acquittement de sa cotisation une fois payée, dans le cas où il désirerait faire partie de la Société.

Le trésorier présente le budget des recettes et des dépenses proposé par le Conseil pour l'année 1845. La Société l'adopte après quelques observations de M. Rozet.

Budget présenté par M. AUGUSTE VIQUESNEL, trésorier, pour les Recettes et Dépenses à faire pendant l'année 1845.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	NUMÉROS DES ARTICLES	NATURE DES RECETTES.	SOMMES prévues au budget de 1844.	SOMMES admisses pour 1845.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	1 2 3	Cotisations. { de l'année courante. . arriérées. de l'années 1846.	9,500 » 1,200 » 300 »	10,000 » 1,000 » 500 »
§ 2. Produits extraord. des réceptions.	4 5		500 » 1,800 »	500 » 2,400 »
§ 3. Publications.	6 7 8		200 » 1,000 » » »	400 » 400 » 30 »
§ 4. Rentrées diverses. . .	9	Arrérages des { Buletins et abonnements. .	1,068 »	1,259 »
	10	{ rentes sur l'Etat.	30 »	80 »
	11	{ bons sur le trésor.	100 »	100 »
	12	Recettes imprévues.	» »	25 »
		Remboursement de frais de mandats. .	» »	» »
			15,678 »	16,694 »
§ 5. Solde des comptes de 1844.	13	Reliquat en caisse au 31 décembre 1844.		758 25
				17,452 25

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	SOMMES prévues au budget de 1844.	SOMMES admisses pour 1845.
§ 1. Personnel.	1	Agent. . . { son traitement.	1,800 »	1,800 »
	2		300 »	300 »
	3		» »	300 »
§ 2. Frais de logement.	4	Garçon de bureau, ses gages.	800 »	800 »
	5	Loyer, contributions, assurance. . . .	1,150 »	1,100 »
	6	Chauffage et éclairage.	400 »	400 »
§ 3. Frais de bureau. . .	7	Dépenses diverses.	250 »	200 »
	8	Ports de lettres.	350 »	450 »
	9	Impressions, lithographies diverses, avis, etc.	150 »	200 »
§ 4. Encaissement. . .	10	Change et retour de mandats.	300 »	300 »
§ 5. Matériel	11	Mobilier.	100 »	100 »
	12	Bibliothèque.	300 »	400 »
	13	Collections.	100 »	100 »
§ 6. Publications.	14	Bulletin. { impression, papier, plan- ches, etc.	5,000 »	5,500 »
	15		900 »	1,200 »
	16		1,900 »	» »
§ 7. Placement de ca- pitaux	17	Mémoires. { achats des exemplaires. .	» »	» »
	18	{ dépenses supplémentaires et indemnités.	» »	1,400 »
	19	{ menus frais.	» »	50 »
§ 8. Dépenses impré- vues.	20	Achats de Rentes sur l'Etat.	1,800 »	2,400 »
		Achats de Bons sur le Trésor (placement temporaire pour contribuer aux dé- penses d'un ouvrage intitulé : Résumé des progrès de la géologie).	1,000 »	200 »
	21	Avances remboursées.	100 »	100 »
			16,700 »	17,300 »

*Compte des recettes et dépenses exécutées pendant l'année 1844
pour la Société Géologique de France, présenté par
M. Auguste Viquesnel, trésorier.*

RECETTE.

DESIGNATION des recettes de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget.	RECETTES effectuées.	Augmentation.	Diminution.
Produits ordinaires des réceptions. . .	1	Cotisations { de l'année courante. . { arrières. { de l'année 1845.	9,500 »	8,926 25	» »	573 75
	2		1,200 »	985 »	» »	215 »
	3		300 »	1,137 90	837 90	» »
Produits extraord. des réceptions. . .	4	Droits d'entrée.	500 »	1,260 »	760 »	» »
	5	Cotisations une fois payées.	1,800 »	4,800 »	3,000 »	» »
Publications. . . .	6	Vente { de Bulletins et abonnements { de Mémoires { de cartes coloriées.	200 »	712 »	512 »	» »
	7		1,000 »	957 50	» »	42 50
	8		» »	77 »	77 »	» »
	9	Arrérages des Rentes sur l'Etat. . . .	1,068 »	1,147 »	79 »	» »
Entrées diverses. . .	10	Arrérages d'un Bon du Trésor. . . .	30 »	30 »	» »	» »
	11	Recettes imprévues.	100 »	76 80	» »	23 20
	12	Remboursement de frais de mandats. .	» »	22 50	22 50	» »
Solde du compte précédent.	13	Total de la recette effectuée.	15,698 »	20,131 95	5,288 40	854 45
		Reliquat en caisse au 31 décemb. 1843. .	1,079 20	1,079 20	» »	» »
		Total de la recette et du reliquat en caisse.	16,777 20	21,211 45		

COMPARAISON.

La Recette effectuée s'élève à 21,211 15
 La Recette présumée était de. 16,777 20
 L'excédant de la Recette réelle monte à 4,433 95

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget.	DÉPENSES effectuées.	Augmentation	Diminution.
§ 1. Personnel.	1	Agent { son traitement.	1,800 »	1,800 »	» »	»
	2	travaux auxiliaires.	300 »	300 »	» »	»
	3	Garçon de bureau ; ses gages.	800 »	800 »	» »	»
§ 2. Frais de logement.	4	Loyer, contributions et assurances.	1,150 »	1,061 50	» »	88 00
	5	Chauffage et éclairage.	400 »	365 30	» »	34 70
	6	Dépenses diverses	250 »	188 40	» »	61 60
§ 3. Frais de bureau.	7	Ports de lettres.	350 »	427 75	77 75	»
	8	Impressions, lithographies, avis, etc.	150 »	192 25	42 25	»
§ 4. Encaissements.	9	Change et retour de mandats	300 »	377 40	77 40	»
	10	Mobilier.	400 »	71 90	» »	23 10
§ 5. Matériel.	11	Bibliothèque.	300 »	321 65	21 65	»
	12	Collections.	100 »	16 50	» »	83 50
	13	Bulletin { impression, planches, pa-				
		pier, etc.	5,000 »	4,371 60	» »	628 40
§ 6. Publications.	14	port	900 »	1,021 15	121 15	»
	15	achat d'exemplaires.	1,900 »	2,357 50	457 50	»
	16	Mémoires { dépenses supplémentaires				
		et indemnités.	» »	20 »	20 »	»
	17	menus frais.	» »	4 40	4 40	»
		rentes sur l'Etat (place-				
		ment de cotisations uni-				
		ques).	1,800 »	4,678 »	2,878 »	»
§ 7. Placement de capi-	18	Achats de Bon du Trésor (placement				
taux	19					
		temporaire pour contri-				
		buer aux dépenses				
		d'un ouvrage intitulé :				
		Résumé de la géologie)	1,000 »	2,000 »	1,000 »	»
§ 8. Dépenses impré-						
vues.	20	Avances qui sont ou qui seront rem-				
		boursées, ...	100 »	77 60	» »	22 40
			16,700 »	20,452 90	4,700 10	94 00

COMPARAISON.

La Dépense effectuée s'élève à 20,452 90

La Dépense présumée était de 16,700 »

L'excédant de la Dépense réelle monte à 3,752 90

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1844.

La Recette totale étant de 21,211 15

Et la Dépense totale de 20,452 90

Il reste en caisse audit jour 758 25

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

	NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS.
		fr. c.
Antérieurement à 1844....	40	12,000 »
Pendant l'année 1844.....	16	4,800 »
Totaux.....	56	16,800 »
Legs Robertson.....		12,600 »
Total des capitaux encaissés.		29,400 »
PLACEMENTS EN ACHAT DE RENTES 5 o/o.		
1,068 fr. de rentes. — Antérieure-	fr. c.	
ment à 1844	24,754 50	} 29,432 50
191 de rentes. — Pendant l'an-		
née 1844.....	4,678 »	
1,259 fr. de rentes. — Excédant de la dépense sur		
la recette.....		32 50

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES
d'après la statistique administrative de la Société géologique de France
(v. t. I^{er}, 2^e série).

Les membres qui ont contribué aux dépenses de l'année 1843 s'élevaient au nombre de 407. D'après les listes officielles, ils s'élevaient au nombre de..... 414

Les réceptions de septembre 1843 à septembre 1844 ont été de.....	41	
A quoi il faut ajouter les membres rentrants qui ont acquitté l'arriéré.....	3	44

Ensemble.....		458
---------------	--	-----

A déduire : les décès, démissions et radiations.....		24
--	--	----

Total des membres qui contribuent aux dépenses de 1844.....		434
---	--	-----

Ainsi l'accroissement du nombre des membres en 1844 est de 19.

De septembre dernier au 31 décembre 1844 les réceptions montent à.....	45	
Les démissions montent à.....	3	42

Total des membres maintenus sur les listes au 31 décembre 1844.....		476
---	--	-----

Ainsi l'accroissement du nombre des membres, de septembre 1843 au 31 décembre 1844, est de 61.

M. Clément Mullet lit le rapport suivant :

Rapport sur la gestion du trésorier de la Société géologique de France pendant l'année 1844.

MESSIEURS,

Une commission composée de MM. Walferdin, Delafosse et moi, a été chargée d'examiner la gestion de votre trésorier pendant l'année 1844; je vais avoir l'honneur de vous présenter le résultat de notre travail.

RECETTE.

La recette s'est élevée à la somme de	21,211	15
Elle avait été évaluée dans le budget à la somme de.....	16,777	20
Excédant	4,433	95

Voici de quels éléments se compose cet excédant.

Les cotisations payées sur l'année 1845, prévues pour 300 fr., se sont élevées à 1,137 fr. 90 c. Augmentation 837 fr. 90 c. provenant de la grande quantité de membres qui se sont fait recevoir en Savoie et en Italie. Les cotisations de l'année courante et celles arriérées présentent une diminution apparente de 788 fr. 75 c. Cette différence vient principalement du grand nombre de membres qui ont racheté leur cotisation annuelle et du rapport d'une partie des sommes reçues à l'article des cotisations une fois payées.

Le droit d'entrée a dépassé la prévision de 760 fr., et les cotisations une fois payées se sont élevées à 4,800 fr., chiffre qui excède de 3,000 fr. celui du budget, parce que seize membres sont devenus membres à vie; jusqu'ici on n'avait pas vu cette quantité.

La vente du *Bulletin* et les abonnements au *Bulletin* ont encore reçu un accroissement de 512 fr., augmentation qui se rattache à la cause déjà signalée de la multiplicité des nouvelles admissions.

Les arrérages de rentes sur l'État se sont élevés de 1,068 fr. à 1,147 fr. par suite du placement des capitaux en rentes sur l'État.

Enfin, nous voyons figurer en recette une somme de 22 fr. 50 c. pour remboursement de frais de mandats : c'est une innovation résultant de la délibération du conseil par suite de laquelle on réclame aux membres retardataires le prix des mandats retournés faute de paiement.

DÉPENSE.

On ne voit aucune différence dans les trois premiers articles; on observe aux articles 4, 5, 6, un ensemble de diminution de 184 fr. 80 c.

Tous les articles qui ont pour but les rapports de la Société avec ses divers membres ont dû nécessairement grossir par suite de l'accroissement numérique des membres. Ainsi, le chiffre des ports de lettres, des impressions, lithographies et avis, change et retour de mandats, donnent une augmentation de 197 fr. 40 c. La multiplicité des votes,

arrivés de la France et de l'étranger, pour l'élection du président, est encore un motif qui a fait élever la dépense pour ports de lettres.

Le change et retour de mandats a, l'an dernier, éprouvé de l'amélioration sur les années précédentes; cette amélioration sera même encore sentie si on compare l'exercice 1844 à ceux qui précèdent. L'avenir doit encore amener une bonification, grâce à une heureuse idée qu'a eue notre trésorier : c'est celle d'établir, dans les principales villes de France et de l'étranger, des correspondances avec ceux des membres qui auraient assez de complaisance pour se charger d'encaisser les cotisations de leurs compatriotes et les expédier à Paris. Déjà ces membres correspondants sont trouvés pour quelques villes; qu'ils reçoivent ici l'expression de la reconnaissance de la Société. Espérons que leur exemple trouvera des imitateurs.

Les frais d'impression du *Bulletin* paraissent avoir éprouvé une diminution de 628 fr.; mais cette diminution est seulement apparente. Elle vient du retard qui est survenu dans la publication de la table du XIV^e volume; elle devait paraître en 1844, mais elle ne paraîtra qu'en 1845.

L'achat de rentes sur l'État dépasse les prévisions de 2,878 fr.; c'est la conséquence du rachat de la cotisation annuelle par un grand nombre de membres, fait déjà signalé plus haut. Cette dépense fictive est une amélioration réelle dans la position de la Société.

L'augmentation de 457 fr. 50 c. pour achats de mémoires est une avance seulement. En effet, la Société est obligée, par son traité avec l'éditeur des mémoires, de prendre un certain nombre d'exemplaires déterminé. Vers la fin de l'année, le trésorier a cru que l'état des finances lui permettait d'avancer une dépense qu'il eût fallu faire plus tard. Ainsi, cette charge du budget de 1844 est à la décharge de celui de 1845.

L'article 19, dont la prévision était de 1,000, a été porté à 2,000, c'est-à-dire doublé. Cette somme fait partie de la réserve créée pour faire face à la dépense occasionnée par la publication du grand travail que préparent MM. d'Archiac

et de Pinteville sur les progrès de la géologie, et pour laquelle le conseil a voté une somme de 4,500 fr. L'an dernier, 1,000 fr. ont été mis en réserve; cette année votre trésorier a pu mettre 2,000 fr. C'est une opération intelligente qui empêche que les fonds de la Société ne demeurent stériles.

En définitive, la dépense effectuée s'élève à la somme de. 20,452 f. 90 c.

La dépense présumée était de. 16,700 ,

Différence en plus. 3,752 f. 90 c.

En dernière analyse, la recette est de 21,211 f. 15 c.

La dépense est de 20,452 90

Reste en caisse. 758 f. 25 c.

Ainsi, Messieurs, si nous examinons l'actif réel de la Société, nous le trouvons composé des éléments suivants :

Une bibliothèque spéciale très intéressante, dont l'importance va toujours en croissant. Le mobilier est aussi fort convenable. En outre, elle possède en rentes sur l'État 1,259 fr., représentant un capital de près de 30,000 fr. provenant d'économies ou du legs fait par le docteur Roberton; les 3,000 fr. placés en bons du trésor dont nous avons parlé, 116 exemplaires des mémoires de la seconde série, plus 11 exemplaires de la première série, qui donnent un ensemble de 1174 fr.; en outre, un bon nombre d'exemplaires du *Bulletin*, y compris deux collections complètes, cités ici pour mémoire.

La Société se compose de 476 membres. Ce nombre, Messieurs, est rigoureusement exact. Jusqu'ici nous n'avions que des à-peu-près; mais, grâce au zèle de notre trésorier et au travail pénible et intelligent auquel il s'est livré sur la statistique de la Société, nous sommes sortis, pour cet objet comme pour plusieurs autres, du vague de l'incertitude. Les chiffres sont précis, et ils le sont d'autant plus qu'ils n'ont été pris qu'à la suite des éliminations votées et arrêtées par le Conseil.

Vous voyez donc, Messieurs, que la prospérité de la So-

ciété se maintient, que son avenir se consolide de plus en plus par l'activité de notre trésorier et en général de toutes les personnes chargées des intérêts de la Société.

La commission vous propose, Messieurs, d'approuver purement et simplement la gestion de votre trésorier pour l'année 1844 et de le déclarer quitte et déchargé pour cette année.

Le Rapporteur, J.-J. CLÉMENT MULLET.

M. Rozet présente un résumé de sa *Note sur quelques parties des Alpes Dauphinoises*, qui a été lue à la réunion de Chambéry et qui sera imprimée dans les procès-verbaux des séances.

A propos de la ligne d'érosion produite par des eaux marines tertiaires sur les roches des flancs de certaines vallées des Alpes, M. de Beaumont, qui a observé le même phénomène, ainsi que des trous de pholades dans les environs de Pont-en-Royans, croit qu'elle date de l'époque des Molasses, et qu'elle est antérieure au soulèvement des Alpes Occidentales et au dépôt du terrain pliocène.

M. de Beaumont donne lecture du passage suivant d'une lettre de M. Haidinger.

Je viens d'apprendre que M. Gizek, jeune géologue de Vienne, a trouvé, il y a quelque temps, des blocs erratiques de granite sur le penchant N.-O. des montagnes de grès de Vienne, tout près de cette ville, à Siegersdorf, près et à l'O. de Sieghardskirchen, au midi de Tuln et à Königstetten, au S.-E. de Tuln. Il les a trouvés posés sur le grès même.

M. Zippe m'écrit qu'il a trouvé dernièrement un galet de quartz, évidemment roulé, engagé dans le vrai granite. Il compte publier un mémoire sur ce fait extrêmement intéressant pour le métamorphisme.

M. Rozet rappelle à ce sujet qu'il a déjà cité des galets de gneiss dans le granite des Vosges.

M. de Beaumont communique encore une lettre de M. Deane, de Greenfield, dans l'état de Massachussets, qui annonce qu'il possède des empreintes de pieds d'oiseaux

trouvées dans le *Newalled-Sandstone* de la rivière Connecticut qui traverse l'État de ce nom , et dans la même localité où il a le premier découvert ces fossiles en 1835. Les plus beaux échantillons sont : 1° une magnifique empreinte de l'*Ornithichnites gigantea*, qui a 0^m,43 de longueur sur 0^m,33 de largeur; 2° une plaque présentant cinq empreintes successives, montrant chacune la succession des phalanges des doigts avec les ongles, ainsi que l'empreinte des os du métatarse et du tarse; 3° enfin une plaque complètement recouverte sur ses deux faces d'empreintes de gouttes de pluie, et présentant 20 empreintes appartenant aux *O. fulcoides* et *gracillima*; l'une d'elles est dans un tel état de conservation, qu'on voit les écailles épidermiques parfaitement étalées.

Le secrétaire lit enfin une *Note sur les mines de mercure de Ripa, près de Pietra-Santa, en Toscane*, par M. d'Hombrès-Firmas.

Il y a quatre ans qu'un nommé Giov. Andrea Salvatori, en détachant des dalles de talcschiste dans son propre fonds, découvrit quelques filets de cinabre cristallisés. M. Berge fut un des premiers auxquels il les montra : il sut en apprécier l'importance et sacrifier quelques capitaux pour des recherches.

Il existe deux autres minières de la même nature sur le versant de la montagne de Ripa, appartenant aux sociétés Heiner, et Semach et compagnie. Celle de MM. Berge, comme leur ingénieur, Mortemart et Périer, tous trois Français, est la plus considérable, ou du moins celle qui est exploitée le plus en grand.

Trois galeries principales sont ouvertes dans la montagne jusqu'à la couche *cinabrifère*. Les deux supérieures sont réunies à travers cette couche par une sorte de puits incliné, d'environ 40 mètres de profondeur, qui joindra la troisième 80 mètres plus bas; cette dernière galerie, à laquelle on travaille jour et nuit, n'est pas arrivée à la rencontre de ce puits; on calcule qu'il faut encore près d'un an de travail, mais alors on sera en pleine exploitation et l'on pourra employer deux cents mineurs, qui extrairont chacun 60 à 70 kil. de minerai de choix journallement, en tout 13,000 kil., ou 3,770,000 pour 290 jours de travail par année.

Le minerai premier choix, analysé par M. le professeur Targionitozzetti, de Florence, rend, terme moyen, 2 1/3 pour 0/0. Ne prenant que 0,02 pour être plus sûr, nous trouvons 75,400 kil.

de mercure qui à 12,5 fr. rendraient 942,500 fr. : en déduisant le tiers pour les frais, le bénéfice net annuel serait 628,333 fr., et M. Caillan, ingénieur de la Société, pense qu'il y aura vingt années d'*abattage*.

Le mercure sulfuré de Ripa se présente dans les fissures d'un talcschiste en petits filets, interrompus par des veines de stéatite. Dans les endroits les plus riches, ces filets semblent des *jaspures* et occupent une largeur moyenne de 0^m,7 au fond de la galerie Périer, qui est celle du milieu. On rencontre, mais rarement, de petits cristaux de 3 à 4 millim. qui se détachent et se brisent.

Deux appareils distillatoires contigus viennent d'être établis dans un bâtiment vers le bas de la montagne ; l'un fonctionnera pendant que l'autre se refroidira et sera rechargé ; le travail sera ainsi continu.

Séance du 17 février 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Raulin, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le baron de MEYENDORF, ambassadeur de Russie à la cour de Prusse, présenté par MM. Élie de Beaumont et de Verneuil ;

DE LA RIBETTE, ingénieur civil des mines à Doyet, près Montmarault (Allier), présenté par MM. Alc. d'Orbigny et Hommaire de Hell ;

BAUGIER, propriétaire à Niort (Deux-Sèvres), présenté par MM. Auzanneau et Garran.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre des travaux publics :

Statistique minéralogique, géologique, métallurgique et minéralogique du département de l'Isère; par Émile Gueymard; in-8°, 998 p., 8 pl. Grenoble, 1844.

De la part de M. le ministre de la justice : *Journal des Savants*, janvier 1845.

De la part de M. Guibal : 1° *Carte du département de la Meurthe*, coloriée géologiquement par lui pour la statistique de ce département par M. Henri Lepage, une feuille colombier. Nancy, Pfeiffer, 1844.

2° *Mémoire sur le terrain jurassique de la Meurthe*; in-8°, 48 p., 1 pl. Nancy, 1840.

3° *Mémoire sur les terrains du département de la Meurthe inférieurs au calcaire jurassique*; in-8°, 34 p. Nancy, 1842.

4° *Notice sur la géologie du département de la Meurthe*, (extrait de la *Statistique du département de la Meurthe*, publiée par Henri Lepage), in-8°, 22 p. Nancy, 1843.

De la part de M. Durocher : *Essai pour servir à la classification du terrain de transition des Pyrénées* (extrait du tome VI des *Annales des Mines*, 1844), in-8°, 100 p., 2 pl. Paris, 1844.

De la part de M. Ch. d'Orbigny : *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*; t. V, 59^e liv.

De la part de M. B. M. Keilhau : *Gaea Norvegica* (Géologie de la Norvège, publiée par B.-M. Keilhau), 2^e cahier; in-folio, p. 149 à 340, 2 pl. Christiania, 1844.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1845, 1^{er} sem., t. XX, n^{os} 5 et 6.

Précis analytiques des travaux de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1844.

L'Écho du monde savant; 1845, n^{os} 8 à 11.

L'Institut; 1845, n^{os} 580 et 581.

The Athenæum; n^{os} 902 et 903.

The Mining Journal; n^{os} 494 et 495.

M. de Wegmann offre au nom de M. Ch. d'Orbigny et au sien la première partie du tome I^{er} du *Dictionnaire d'Histoire naturelle* qu'ils rédigent ensemble, et qui se composera de deux volumes. Il fait remarquer que cet ouvrage n'a rien

de commun avec le *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle*, dirigé par M. Ch. d'Orbigny.

M. Le Blanc, vice-secrétaire, présente à la Société des exemplaires de la *Carte géologique du globe* par M. Boué; carte dont il a dirigé le coloriage mécanique au moyen de découpures faites avec l'acide hydrochlorique dans des plaques de zinc mises préalablement au vernis. Il annonce que 10 exemplaires ont été déposés lundi dernier chez M. Andriveau Goujon, rue du Bac, 17, et qu'un pareil nombre sera déposé chaque lundi pour satisfaire aux demandes des membres.

La Société vote des remerciements à M. Le Blanc.

CORRESPONDANCE ET COMMUNICATIONS.

On lit une lettre de M. Graugnard, qui remercie la Société de la décision prise en sa faveur dans la séance précédente, et qui demande à faire partie de la Société.

Le Secrétaire donne lecture d'une *Lettre sur le terrain à Nummulites des Corbières*, par M. Leymerie.

Le travail que j'ai lu dans la séance du 4 octobre 1844 est purement un mémoire de faits. J'avais eu soin d'en bannir, à dessein, toute idée théorique ou systématique, me réservant de traiter plus tard cette partie de mon sujet. Cependant, une discussion s'étant engagée à la suite de cette lecture, j'ai été entraîné à dire quelques mots de théorie; mais, comme j'avais encore une autre communication à faire dans cette même séance, j'ai été trop court et trop peu explicite : aussi n'ai-je pas eu le bonheur de me faire comprendre, car on m'attribue dans le procès-verbal une opinion qui n'est pas précisément la mienne.

Comme le mémoire théorique que j'ai annoncé pourra tarder encore à paraître, à cause d'autres travaux plus pressés qui m'occupent en ce moment et par le désir que j'ai d'augmenter les renseignements que je possède déjà sur des gisements éloignés et qui me sont trop imparfaitement connus, et qu'il m'importe qu'on ne m'attribue pas, en attendant, une manière de voir que je n'ai pas sur la question importante qui préoccupe en ce moment d'une manière toute spéciale le monde géologique, je vais énoncer ici

d'une manière très succincte, mais catégorique, ma véritable opinion.

Le terrain à Nummulites des Pyrénées se lie aux couches à Hippurites ; si l'on considère les choses sous le point de vue purement géognostique, cela me paraît incontestable. Il y a concordance parfaite entre les deux terrains ; on ne remarque à la surface du contact aucune trace d'interruption ; les roches de l'un sont très analogues et souvent identiques à celles de l'autre. Il paraît même, d'après des observations récentes de M. Vène, que les Nummulites se mêlent en certains points de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées avec des fossiles crétacés. Si donc l'on met de côté, pour un instant, les considérations paléontologiques, le terrain dit à Nummulites et le terrain crétacé incontestable forment un seul et même système déposé sous les mêmes eaux et *sans discontinuité*.

Toutefois, la superposition aux terrains anciens, sans interposition de couches crétacées du système à Nummulites sur le versant S. de la Montagne-Noire et probablement sur une grande partie du versant N. des Corbières, et l'apparition de couches d'eau douce vers la base de ce terrain indiquent un léger mouvement de la mer crétacée vers le N. après le dépôt du terrain à Hippurites et un changement dans le régime général des eaux affluentes ; phénomènes que, peut-être, on pourrait attribuer au soulèvement du mont Viso qui a produit dans les Basses-Alpes, à la même époque, une discordance si prononcée entre le terrain crétacé et le terrain à Nummulites.

Si maintenant on consulte les fossiles, en considérant les choses en grand, sans s'arrêter à quelques espèces qui pourraient passer d'un système dans l'autre, on voit le terrain à Nummulites présenter une faune toute spéciale. Les Hippurites ne s'y rencontrent plus et sont remplacées par les Nummulites, qui n'existaient pas auparavant, au moins en grande masse ; aux fossiles crétacés du N. succèdent des espèces tertiaires du bassin parisien. Les espèces propres aux couches crétacées des Pyrénées cèdent la place à d'autres espèces qui caractériseront désormais le système supérieur. Enfin, il y a là, sous le rapport paléontologique, un changement complet. C'est donc réellement *l'aurore d'un nouvel ordre de choses*, c'est-à-dire *l'Eocène* pour le Midi ; de même que les sables inférieurs du Soissonnais et l'argile plastique du bassin de Paris et de Londres commencent *l'Eocène* du N.

La question est maintenant de savoir si ces deux Eocènes sont contemporaines. C'est ce que pensent MM. Deshayes, d'Archiac,

d'Omalius, etc... Quant à moi, je ne le crois pas. Je développerai plus tard mes motifs; pour l'instant, je me contenterai des considérations suivantes.

Les dernières couches à fossiles crétacés de nos contrées ne peuvent être comparées qu'aux craies marneuse ou tufau, et, tout au plus, à notre craie moyenne à *Spatangus coranguinum* de Champagne; on ne trouve parmi elles rien qui puisse raisonnablement représenter la craie blanche à Bélemnites, ni, à plus forte raison, les craies de Maestricht ou de Ciply. Si l'on rappelle d'ailleurs que les couches dont il s'agit sont *immédiatement* suivies et *sans discontinuité* par celles à Nummulites, il faudra nécessairement conclure que la formation du terrain que nous venons de désigner en dernier lieu a commencé dans le *Midi*, pendant que dans le *Nord* la craie achevait de se déposer.

D'un autre côté, l'apparition dans le S. des Nummulites en masse, principalement vers la fin de la formation du terrain qu'elles caractérisent conjointement avec une vingtaine d'espèces parisiennes dont plusieurs jouent un rôle important dans le S. comme dans le N., est un caractère de similitude trop frappant pour qu'on puisse se soustraire à une idée de synchronisme entre les deux gisements à Nummulites du bassin parisien et des contrées pyrénéennes.

Il semble donc résulter de ces considérations combinées que l'époque de la formation du terrain à Nummulites du S. *doit correspondre à la fois à la fin de la période crétacée et au commencement de la période tertiaire du N.* (1).

Les noms de *terrain tertiaire* et de *terrain crétacé*, qui se rapportent à des époques déterminées, dans l'échelle des terrains du N. qui jusqu'à présent a servi de régulateur, mal à propos suivant nous, pour toutes les couches observées à la surface du globe, ne conviennent donc ni l'un ni l'autre au terrain qui fait l'objet de cette note. Voilà pourquoi j'ai été obligé de créer un nom nouveau, celui d'*Epicrotécé*, calqué sur le nom d'*Epioolitique* déjà

(1) Cette théorie exige que les terrains du Midi et ceux du N. aient été déposés chacun dans un bassin particulier. C'est en effet ce que tend à prouver l'observation des couches situées au N. et au S. d'une ligne qui passerait au pied des Pyrénées et sur le revers S. de la Montagne-Noire. A partir du lias, tout est différent de part et d'autre de cette ligne, de même que le *Jura* et les *Alpes* semblent appartenir à deux ordres de choses distincts, quoique ces deux massifs ne soient séparés que par la vallée de la Suisse.

établi par M. Brongniart. Ce nom me paraît représenter assez bien la véritable position du terrain dont il s'agit et offre en outre l'avantage de ne rien faire préjuger absolument sur son âge définitif, qui sera probablement encore longtemps contesté. Le nom d'*Eocène du Midi* pourrait également être adopté; mais il faudrait alors distinguer cet *Eocène* de celui du *Nord*; ce qui est un inconvénient: d'ailleurs ce nom est un nom théorique. Dans ma manière de voir, je ne pouvais d'ailleurs adopter le nom d'*Oldest Eocen* donné par les géologues anglais au terrain à Nummulites de Bayonne, quoiqu'il me paraisse le meilleur de tous ceux qui ont été jusqu'à présent proposés, parce qu'il indiquerait un véritable terrain tertiaire qui se serait déposé avant le terrain tertiaire du Nord, à la vérité, mais, toutefois, après la formation crayeuse. Enfin, la dénomination de *système à Nummulites* ne peut s'appliquer qu'à une partie du terrain dont il est question et non à son ensemble; car, outre que la plupart des couches du système dont nous cherchons à fixer la place ne présentent pas de Nummulites, au moins dans les Pyrénées, il faut bien remarquer que, si on le considère d'une manière générale, il comprend le *macigno* d'Italie et les *schistes à fucoides* des Alpes, terrains dont M. L. Pilla vient de faire ressortir l'indépendance dans un mémoire spécial où il propose de le désigner par l'épithète de *Hetrurien*.

M. C. Prévost a remplacé, dans le Bulletin, les courtes observations verbales qu'il avait faites à la séance, par une note contenant des faits intéressants qui me paraissent venir à l'appui de mes propres observations. Dans cette note, il suppose que j'admets une liaison entre le terrain à Nummulites et le terrain tertiaire. Il n'en est absolument rien, au moins sous le rapport géognostique. En effet, nous avons dans le S.-O. de la France un véritable terrain tertiaire inférieur dans le bassin de la Gironde, terrain qui ressemble beaucoup au calcaire grossier parisien, mais qui n'offre aucun rapport avec le système à Nummulites. Nous avons aussi des couches *miocènes*, qui d'abord sont d'origine lacustre, et qui ensuite sont presque partout discordantes par rapport au terrain qui fait l'objet de cette lettre.

M. Élie de Beaumont pense qu'on pourrait adopter la dénomination de terrain Hétrurien proposée par M. Pilla.

M. Élie de Beaumont communique l'extrait suivant d'une lettre de M. Agassiz sur des roches striées de Suisse.

J'ai pensé qu'il pourrait vous être agréable d'avoir une série d'échantillons de Suisse à comparer avec les échantillons de roches polies des Vosges qui vous ont été adressés par M. Collomb. J'ai fait dans ma collection un choix d'exemplaires, en vue de vous faire voir l'aspect du poli sur différentes roches, et selon que les échantillons sont taillés sous le glacier même ou sur ses flancs en dehors de l'action actuelle des glaces.

Le n° 1 est un exemplaire du portlandien poli du Landeron; la forme arrondie d'un des côtés provient de ce que ce morceau a été enlevé sur le bord d'un large sillon.

N° 2. Calcaire noir de Rosenlauri. L'échantillon a été taillé sous le glacier même; sa surface polie et rayée était en contact immédiat avec la face inférieure du glacier et la couche de boue qui est intermédiaire entre la roche et la glace, et dont il est resté des traces sur l'échantillon. L'apparence des cassures vous montre que la surface polie coupe à peu près à angle droit les surfaces de la structure stratifiée de la roche.

N° 3. Petit échantillon de la même localité que le n° 2 et recueilli dans la même position sous le glacier au bord d'un Karrenfelder qui lui a donné sa forme arrondie.

N° 4. Échantillon de la même roche que les n°s 2 et 3, provenant de la même localité, mais taillé au-dessus du glacier, sur le flanc de la montagne, et exposé par conséquent de temps immémorial à l'action des agents atmosphériques : aussi est-il rare de trouver dans de pareilles circonstances des surfaces aussi bien conservées; on n'en rencontre même que sur des points abrités par suite de leur orientation.

N° 5. Fragment de serpentine schisteuse, détaché de la roche en place sous le glacier de Zermatt. Cet échantillon se trouvait dans les mêmes circonstances que le n° 2 sous le glacier de Rosenlauri. Le poli et les raies coupent aussi les surfaces qui dépendent de la structure de la roche. C'est le seul fragment que j'aie pu enlever sous le glacier même.

N° 6. Provient aussi de Zermatt, mais l'échantillon a été cassé sur le flanc du Riffel à environ 500 pieds au-dessus du glacier. C'est le même burinage que sur l'exemplaire n° 5 : seulement, la surface est rougie par l'action de l'oxygène de l'atmosphère sur les éléments ferrugineux de la roche.

N° 7. Granite de Wasen, dans la vallée de la Reuss, détaché d'une grande surface polie semblable à la Helle-Platte au-dessus de la Handeck, dans la vallée de Hassly.

N° 8. Quartz à surface polie, provenant d'un filon près du Tod-

tensee, sur le col du Grimsel, usé au même niveau que les surfaces polies de granite qu'il traverse. Je n'ai jamais pu réussir à détacher en même temps une partie des surfaces adjacentes de granite. On ne peut apprécier ce fait convenablement qu'en place.

N° 9. Porphyre à surface polie du sommet de Shehallion en Ecosse. Dans le Nord, il y a peu de chaînes de montagnes dont le sommet soit élevé au-dessus de l'agent qui a buriné la surface des roches en transportant les blocs erratiques. Le résultat immédiat de cette différence entre le phénomène du Nord et celui du centre de l'Europe est que chez nous la plupart des blocs erratiques sont anguleux, tandis que dans le Nord, non seulement le galet, mais même les grands blocs sont arrondis, polis et rayés, comme chez nous le petit galet des fonds de glacier. On n'a pas assez insisté sur ces différences, qui me paraissent essentielles et qui, dans mon opinion, prouvent que dans le Nord les masses mobiles qui ont occasionné le poli étaient plus uniformément répandues à la surface du sol et n'étaient pas dominées par des pics aussi nombreux que dans les Alpes.

N°s 10 et 11. Sont peut-être les exemplaires qui vous frapperont le plus. Ce sont des cailloux roulés, tels qu'on en trouve abondamment dans tous nos dépôts glaciaires, sous les glaciers, sur les bords et à distance, partout où on trouve d'anciens polis et d'anciennes moraines. Ils accompagnent partout les blocs erratiques. Le burinage est le même que celui des surfaces polies en place : seulement, comme ces fragments étaient mobiles, leurs raies se croisent plus fréquemment. Ceux qui sont le plus arrondis ont des raies sur toutes les faces ; ceux qui sont plus aplatis sont surtout rayés sur leurs plus grandes surfaces, sur lesquelles ils ont dû reposer plus constamment, comme le n° 10 par exemple. On ne trouve jamais de pareils galets rayés dans les torrents, ni dans les fleuves ; j'ai même remarqué que partout où les galets rayés des fonds de glaciers sont entraînés par les torrents, ils perdent bientôt leur burinage pour prendre un aspect mat et uniforme. Ces galets sont à mes yeux le caractère le plus constant et le plus incontestable de la présence des glaciers dans les lieux où on les trouve. Il est fort à regretter qu'on n'y ait fait jusqu'ici que peu d'attention ; car je suis convaincu qu'à eux seuls ils peuvent servir à distinguer les dépôts glaciaires des dépôts caillouteux de transport, déplacés par d'autres causes que par des glaciers.

Un fait qui vous aura sans doute frappés en comparant entre eux ces divers échantillons, c'est l'uniformité de leur poli et du buri-

nage dont ils sont marqués, quelle que soit la nature minéralogique de la roche sur laquelle on l'observe, sur les roches de sédiment, comme sur les roches massives. Ce fait me paraît de la plus haute importance dans l'appréciation de la cause qui a pu produire de pareils effets, et montre jusqu'à l'évidence que le poli et les raies n'ont rien de commun avec la structure de la roche, comme le pensent encore quelques géologues.

Le n° 12 est un échantillon du poli ou plutôt de l'usure que produit sur les rochers des bords de notre lac le battement des vagues. L'aspect en est mat; les sillons profonds qui coupent les grandes surfaces soumises à cette action sont sinueux, comme le montre un des côtés de l'exemplaire. Jamais on ne voit sur ces surfaces la moindre trace d'un fin burinage ou de raies, pas plus que sur le galet roulé qui les recouvre.

Peut-être que cette petite collection intéresserait les géologues français qui ont suivi les débats qui ont eu lieu sur la question des glaciers, sans avoir eux-mêmes occasion d'observer les faits de la discussion. Si vous croyez utile de la faire voir à la Société géologique, cela pourrait faire plaisir à quelques personnes.

A propos de glaciers, voici quelques faits qui vous intéresseront.

Au fond de la vallée de Ferret, celle du côté du Piémont, on trouve le glacier de Triolet, qui descend du mont Dolant. Demi-lieu plus bas commence une série de larges moraines qui barrent la vallée et qui sont couvertes de sapins, tandis que les espaces intermédiaires sont plats et tapissés seulement d'une végétation marécageuse. On voit évidemment, quand on domine la scène, que le glacier de Triolet, grossi des petits glaciers latéraux, atteignait jadis un niveau bien inférieur à son extrémité inférieure actuelle. Mais ce qu'il y a surtout de curieux dans cette localité, c'est qu'un glacier latéral, le glacier d'Aneron, qui paraît d'origine toute récente, à en juger d'après l'aspect de ses moraines, qui sont entièrement dépourvues de végétation et dont les blocs offrent une cassure encore fraîche, s'avance à travers la vallée et a disloqué les anciennes moraines du glacier de Triolet.

Un fait dont les habitants de la vallée ont conservé le souvenir explique tout naturellement cet avancement curieux du glacier d'Aneron. Il y a environ un siècle qu'il se fit un immense éboulement de la montagne sur le milieu du glacier, qui, protégé dès lors contre l'ablation annuelle de sa surface par l'action des agents atmosphériques, n'a pas cessé d'avancer vers le fond de la vallée, qu'il n'atteignait point avant cette catastrophe.

J'ai encore observé un autre fait curieux dans la vallée du Ferret qui descend vers Orsières en Valais. En face de la gorge d'Ornex, le glacier qui descend du pic de ce nom se termine devant une plaine gazonnée; mais à une demi-lieue plus loin, cette plaine est limitée par une immense moraine, entièrement boisée, de près de 100 pieds de haut, qui forme un grand cintre avançant dans la vallée de Ferret, qu'elle barre transversalement, et refoulant le torrent contre le versant oriental de la vallée pour se courber en aval et se raccorder à des lambeaux de moraines du côté opposé de la gorge d'Ornex. Le côté inférieur de la moraine est coupé par le torrent du glacier d'Ornex. N'est-il pas évident pour vous, comme pour moi, que ce fait prouve que si la débâcle dont a parlé M. de Buch est partie de la pointe d'Ornex, le glacier qui en descend a dû, à une époque postérieure, s'étendre au moins à une demi-lieue plus bas que maintenant?

A la suite de la précieuse collection que M. Agassiz lui a fait l'amitié de lui confier et qu'il met sous les yeux de la Société, M. Élie de Beaumont met également sous les yeux de la Société plusieurs beaux échantillons de schiste argileux durs ou de grauwacke très fine, à surface usée et striée, qui lui ont été adressés de Wesserling (Haut-Rhin) par M. Édouard Collomb. Ces échantillons proviennent du *Glattstein*, dans la vallée de Saint-Amarin, au pied des balcons des Vosges. Leur surface présente les mêmes caractères, le même genre de *burinage* que les échantillons de la Suisse, de l'Écosse, de la Suède, de l'Amérique du Nord, etc.

En signalant ces caractères à l'attention de la Société, M. Élie de Beaumont se plaît à rappeler qu'il a toujours saisi avec empressement les occasions d'appeler l'attention des géologues sur le curieux et important phénomène des surfaces polies et striées. C'est dans ce but qu'il a mis sous les yeux de l'Académie des sciences, dans sa séance du 23 avril 1838 (1), un fragment poli et strié de porphyre d'Elfdolen, en Suède, qui lui avait été envoyé par M. Berzélius, ainsi qu'un fragment de calcaire jurassique également poli et strié, détaché d'une surface polie très étendue, que

(1) *Comptes-rendus*, t. VI, p. 567 (instructions pour l'expédition scientifique qui se rend dans le nord de l'Europe).

M. Agassiz lui avait fait observer au mois de juillet précédent au Landeron, près du lac de Neuchâtel. C'est également dans ce but que, dans la séance du 17 janvier 1842, il a encore mis sous les yeux de l'Académie une grande plaque de schiste argileux polie et striée, recueillie aux environs de Boston (Massachussets) par M. le docteur Jackson, ainsi qu'un fragment de gneiss à gros grains provenant des belles surfaces polies qui forment les flancs de la vallée de l'Aar, entre l'hôpital du Grimsel et la Handeck (*Helle-Platte*), fragment recueilli par lui même le 20 août 1838 (1). Depuis 1838 ces échantillons ont figuré maintes fois dans les leçons de M. Élie de Beaumont, qui en a même fait faire des moules en plâtre dont il a distribué des exemplaires. Il sera heureux d'y joindre à l'avenir les échantillons que M. Agassiz voudrait bien lui laisser, de même que ceux du Glattstein.

M. Élie de Beaumont fait observer ensuite que le caractère le plus remarquable des stries dont il s'agit est leur *régularité*. Elles n'ont jamais que des *courbures d'un très grand rayon*; jamais elles ne sont cahotées; jamais la rencontre d'une partie dure telle qu'un nœud de quartz n'y produit de déviation. Il se demande si celles de ces stries qui peuvent être attribuées à l'action des glaciers doivent être supposées produites par leurs mouvements rapides ou par leurs mouvements insensibles. Il est indubitable qu'une portion de glacier, animée d'un mouvement rapide, comme celle qui a détruit le village de Randa, peut produire des stries douées du genre de régularité qu'on observe. M. de Collegno a constaté que, près de Bagnères de Luchon, dans les Pyrénées, des avalanches de neige ont produit des stries semblables au moyen des pierres qu'elles entraînaient. Des avalanches de glace sont certainement capables du même effet.

Les glaciers produisent-ils des *stries pareilles* par leur mouvement lent et insensible? Il paraît jusqu'ici permis d'en douter, et peut-être le mouvement lent ne produit-il pas de stries du tout. M. Élie de Beaumont n'a jamais observé

(1) *Comptes-rendus*, t. XIV, p. 104, Rapport sur un mémoire de M. Duracher.

qu'une seule espèce de stries, et il pense que les stries produites par le mouvement lent devraient différer de celles produites par les mouvements rapides. Une *masse plastique* comme un glacier, dont la surface en contact avec les pierres change sans cesse par l'effet de sa propre fusion, ne peut, suivant lui, diriger ces pierres d'une manière assez sûre pour leur faire produire *invariablement* des stries régulières sur des roches d'une résistance inégale : ainsi que M. de Collegno l'a fait remarquer depuis longtemps, les stries produites de cette manière devraient être cahotées.

Toutes les stries observées présentent une continuité, une simplicité de courbure qui conduit à l'idée d'un mouvement rapide.

Si les stries ont été produites en général par un mouvement rapide, elles peuvent également résulter d'avalanches de glace, d'avalanches de neige, ou du mouvement très rapide de masses boueuses remplies de pierres.

Pour ce qui concerne les anciennes moraines de la vallée de Ferret, M. Élie de Beaumont est heureux de pouvoir joindre au témoignage de M. Agassiz celui de ses propres souvenirs, et il rappelle le passage suivant d'un rapport qu'il a lu à l'Académie des sciences, le 17 janvier 1842, sur un mémoire de M. Durocher.

« Cette supposition d'hivers plus froids en Europe, pendant la période géologique qui a précédé la nôtre immédiatement, serait d'ailleurs en harmonie avec plusieurs autres résultats d'observation.... Parmi ces faits curieux, je citerai certaines digues de débris qu'on observe dans les Alpes, à une certaine distance (quelquefois près d'une lieue) de l'extrémité inférieure des glaciers actuels, notamment dans la vallée de Chamonix et dans celle de Ferret. Les digues dont je parle ici m'ont présenté tous les caractères de véritables moraines. Peut-être le Gulf-Stream qui réchauffe aujourd'hui l'Europe occidentale n'existait-il pas encore pendant les dernières périodes géologiques qui ont précédé la nôtre (1). » L'une des digues de débris du

(1) *Comptes-rendus*, t. XIV, p. 102.

val Ferret, présentant les caractères d'une véritable moraine, dont il est ici question, n'était autre que celle décrite par M. Agassiz, et que M. Élie de Beaumont aurait observée de son côté le 25 août 1838.

M. Martins dit qu'en remontant le glacier de Grindelwald on rencontre à l'étranglement de la Stiereck des roches calcaires qui présentent des stries très marquées inclinées à l'horizon d'environ 45° . Sur le rocher appelé l'Angle, près de la mer de glace de Chamonix, il y a des stries peu inclinées près du glacier qui repose sur une pente de 4 à 5° . M. Martins en conclut que les glaciers peuvent produire des stries sur des pentes faibles comme sur des pentes rapides et même des stries qui remontent le long des flancs de la vallée. Quant à la rectitude des stries, il convient qu'elle est très difficile à expliquer, puisqu'il y a une couche de boue et de cailloux entre la face inférieure du glacier et le sol qui le supporte. Les actions qui se passent au contact du glacier et du sol, surtout celles qui dépendent de la température, sont fort difficiles à étudier, les eaux qui s'écoulent d'un glacier provenant tout à la fois de la fusion de ses surfaces inférieure et supérieure, des torrents qui y descendent des montagnes encaissantes, et enfin des sources qui peuvent exister dans le voisinage. Il ajoute enfin que les stries attribuées aux anciens glaciers sont parallèles à l'axe de la vallée, tandis que les avalanches ne produisent que des stries perpendiculaires et dans le sens de la plus grande pente.

M. de Beaumont fait remarquer qu'à la Stiereck le glacier n'a qu'une pente de 7 à 8° ; ce n'est qu'immédiatement au-dessous qu'elle devient très forte. A l'Angle, où les roches sont des gneiss qui résistent à la décomposition, les stries sont semblables sur le fond et sur les côtés du glacier, tandis que celles qui sont situées au-dessus du niveau du glacier sont beaucoup plus effacées.

MM. Le Blanc et Leconte font observer qu'une machine à raboter qui posséderait une masse considérable produirait des stries droites et régulières, quelle que fût la vitesse avec laquelle elle opérât. La réunion de plusieurs cailloux enchâssés à la partie inférieure du glacier pourrait produire

des stries régulières sur tous les points où le glacier touche le sol.

M. de Beaumont répond que l'espèce d'emmanchement, par la glace, des cailloux supposés produire les stries à la surface des roches, ne posséderait aucune solidité, parce que les glaciers, par suite du flux de chaleur de l'intérieur de la terre, fondent à la fois au contact du sol sous-jacent et au contact des cailloux. Cette fusion fût-elle seulement de un à deux millimètres par semaine, les cailloux seraient plus ou moins mobiles, et les stries n'auraient pas la régularité et les dimensions qu'on leur remarque, et qui sont telles, qu'elles atteignent souvent un mètre de longueur. Il termine en disant qu'il admet que les stries ont été produites par des masses de matières qui parcouraient rapidement les vallées dans le sens de leur longueur et qui avaient la consistance des avalanches.

M. Virlet communique quelques fossiles qu'il a recueillis près de Tournus, et qui semblent constater un fait très important pour l'histoire géologique de l'époque actuelle.

Un des élèves du petit séminaire d'Autun ayant signalé à M. l'abbé Landriot, son supérieur, un gisement de coquilles marines qui avait été mis à découvert en creusant les fondations d'une petite maison située dans un lieu appelé Belnay, à environ un kilomètre de Tournus et sur la route qui conduit de cette ville à Saint-Jean-Goux, ils sont allés visiter, M. Landriot et lui, à leur retour de Savoie, ce gisement intéressant.

Dans la petite fouille que nous avons été obligés de faire faire, ajoute M. Virlet, pour remettre les fossiles à découvert, nous avons trouvé au milieu d'une argile glaiseuse d'un gris verdâtre, qu'on avait crue d'eau douce, seulement deux espèces de coquilles, que M. Deshayes a reconnues être l'*Ostrea hippopus* et le *Murex trunculus*, et qui toutes deux sont de l'époque actuelle et vivent encore aujourd'hui sur nos plages de l'Océan et de la Méditerranée.

Ce fait est important, en ce sens que Tournus se trouvant à plus de 50 myriamètres de la Méditerranée, et le gisement qui renferme ces coquilles modernes étant bien à

175 mètres au-dessus de son niveau actuel, il entraîne la conséquence d'un soulèvement au moins égal du sol depuis l'époque actuelle; soulèvement qui paraît à M. Virlet ne s'être fait que lentement, sans commotions, et graduellement, à l'instar de celui qu'éprouve encore depuis plusieurs siècles le sol d'une partie de la Scandinavie. Ce soulèvement ne pourrait-il pas, ajoute-t-il, nous aider un peu à résoudre la question encore pendante des glaciers et des blocs erratiques?

M. Rivière, revenant sur une lettre de M. Haidinger, lue à la précédente séance par M. Élie de Beaumont, dit qu'il ne croit pas à la présence de cailloux de quartz dans le véritable granite. Cependant, si le fait était prouvé, il le considérerait comme contraire à la théorie du métamorphisme; car si le granite était une roche modifiée, le galet présenterait une surface corrodée, fondue, qui se lierait intimement au granite, et il ne s'offrirait plus que sous la forme d'un simple nodule quartzeux, ce qui n'a pas lieu.

M. Virlet, sans contester le fait, qui lui paraît extrêmement intéressant, objecte cependant que si l'on conçoit facilement que des *granites d'épanchement* peuvent contenir des fragments étrangers arrachés aux roches traversées, on conçoit plus difficilement qu'un galet de quartz puisse se trouver au milieu d'un *granite métamorphique* sans avoir lui-même subi l'action métamorphisante, de manière à lui faire perdre tout au moins ses caractères de galet, s'il ne se trouvait pas entièrement fondu dans la masse.

M. de Beaumont dit qu'il croit à l'existence des galets de quartz dans le granite.

M. Robert donne lecture de la note suivante.

Rapprochement entre les atterrissements de la Loire à Orléans et ceux de rivières coulant dans des contrées bien différentes et très éloignées les unes des autres.

A voir les atterrissements qui tendent à obstruer le cours de la Loire, au-dessus et au-dessous d'Orléans, ou en amont et en aval de cette ville, on ne se douterait guère qu'ils sont pour ainsi

dire entièrement composés de matériaux étrangers à la contrée ; on y chercherait presque en vain des débris du calcaire d'eau douce dans lequel le fleuve s'est cependant creusé un large canal. Loin de moi la pensée de décrire tous les objets qu'il charrie et dépose : je ne veux pas entrer dans des détails fastidieux ; je me contenterai seulement d'appeler l'attention sur quelques uns d'entre eux ; leur présence et leur mélange à une si grande distance des points d'où ils ont été arrachés par les eaux fluviales pourront peut-être intéresser les personnes qui s'occupent des atterrissements en général.

Tout le long des berges de la rive gauche on remarque dans les atterrissements dont elles sont composées des veines noirâtres qui ne sont autre chose que des dépôts quelquefois très abondants de fer titané. On pourrait croire que ce minéral, comme les substances dont je parlerai ci-après, est venu directement, dans l'état où il se présente, des roches volcaniques du plateau central de la France ; mais en examinant avec attention le sable et gravier granitiques de la Loire, on y trouve de nombreux petits galets de basanite très riche en fer titané et en olévine ; d'où je suis amené à conclure que le minerai en question tire principalement son origine de cette roche, et cela au fur et à mesure qu'elle est charriée par le fleuve et réduite par l'attrition aux faibles proportions où nous l'observons sous les murs d'Orléans ; le même sable fin renferme de nombreux grains de grenat, de zircon et de corindon, etc., discernables à la loupe.

L'examen des sable et gravier ordinaires m'a permis d'y rencontrer des objets non moins curieux à signaler relativement à leur origine ; ce sont : 1° des calcédoines, dont une serait, par ses zones alternativement blanchâtres et noirâtres, susceptible de faire un joli camée ; 2° des cornalines ; 3° du jaspé rougeâtre et verdâtre ; 4° du quartz hyalin, du quartz zoné ; 5° des mésotypes, dont quelques unes encore encroûtées de leur gangue ; 6° de petits galets de wacke, de tufa, de pépérino, de basalte grisâtre, ce dernier remarquable par l'abondance des pyroxènes. Je ne sais s'il faut attribuer l'absence du véritable basalte noir compacte à la grande pesanteur spécifique de cette roche, qui l'aurait empêchée d'être entraînée aussi loin que les autres ; toujours est-il que je ne crois pas l'avoir rencontrée.

Quant aux galets d'un gros volume (que l'on est convenu d'appeler cailloux roulés) disséminés au milieu des sable et gravier, les plus remarquables appartiennent au terrain porphyrique. Ce sont principalement diverses variétés de porphyre, venues sans

doute aussi du plateau central ; puis des roches granitiques et granitoïdes, du micaschiste, une véritable pegmatite graphique, des amphibolites, des roches pétrosiliceuses noirâtres, etc. Je citerai également pour mémoire des fossiles de la craie, notamment le *Spatangus cor anguinum*.

Maintenant si l'on veut établir des rapprochements entre les atterrissements de la Loire, seulement dans les environs d'Orléans et ceux de quelques autres cours d'eau situés dans des contrées bien différentes et très éloignées les unes des autres, on verra qu'ils tiennent des uns et des autres : par l'abondance du fer titané on se croirait sur les rives du Torneâ en Laponie ; les pierres gemmes rappellent les atterrissements fluviaux de Ceylan, du Thibet, etc. ; les calcédoines, les jaspes, les méso-types roulés, les petits galets de roche volcanique nous transportent à l'embouchure des rivières rapides de l'Islande ; enfin d'autres objets, tels que les roches porphyriques, les granites, les silex de la craie, nous rapprochent de la Seine, sur les atterrissements de laquelle, en amont et en aval de Paris seulement, je me propose de lire prochainement une notice.

M. de Collegno lit le travail suivant :

Note sur le terrain erratique du revers méridional des Alpes.

Le sol des plaines de la Haute-Italie est composé de cailloux roulés dont la nature minéralogique varie assez considérablement d'un point à l'autre, car elle correspond à la nature des roches dominantes dans les vallées les plus voisines ; ainsi les cailloux des bords des deux Doires, de la Stura et ceux de la plaine du Piémont, en général, appartiennent presque exclusivement à des roches cristallines (granite, gneiss, serpentines, etc.). Dans les environs de Milan, on trouve en grand nombre des cailloux de porphyre rouge quarzifère, et ces cailloux deviennent de plus en plus abondants si on remonte la vallée de l'Olonza jusqu'à Varese. Sur les bords du Lambro, ce sont les calcaires jurassiques de la Val-Assina qui dominent, au point qu'on les a exploités quelquefois comme pierre à chaux à Monza, à Verano, etc. On trouve sur les bords de l'Adda des fragments roulés d'un conglomérat analogue au grès rouge jurassique de Bellano ; on y en trouve aussi qui paraissent provenir des poudingues crétacés des collines de Nava. Plus à l'E., les cailloux des bords de l'Oglio appartiennent principalement à un granite à feldspath bleuâtre et

grandes lames de mica argentin et au schiste amphibolique; ces deux roches se trouvent en place au fond de la Val-Camonica; ce sont encore des cailloux de même nature, qui couvrent les plaines de la province de Brescia, vis-à-vis de la vallée du Chiese; enfin les cailloux roulés qui couvrent les plaines de Vérone offrent des échantillons de tous les granites et de tous les porphyres des montagnes du Tyrol et de la vallée de l'Adige.

Le dépôt de cailloux a été souvent aggloméré en un poudingue plus ou moins solide, et il forme alors des escarpements bien prononcés sur le bord des rivières, qui, en général, coulent à un niveau fort inférieur à celui de la plaine. Ces escarpements offrent un moyen facile de constater que les cailloux roulés augmentent rapidement de volume à mesure qu'on approche des montagnes; les travaux des grandes routes conduisent au même résultat: on a reconnu ainsi, qu'au S. de Milan, les graviers sont d'un trop petit volume pour qu'on puisse les employer à l'entretien des routes; au N. de Milan, au contraire, tout comme dans les environs de Turin, les routes sont entretenues avec les cailloux trouvés sur place au-dessous de la terre végétale. Ces cailloux atteignent rarement le diamètre de 50 centimètres dans les exploitations, à côté de la route de Turin à Verceil; tandis que si l'on remonte de Chivasso vers la vallée d'Aoste, on trouve, auprès d'Ivrée, des blocs de 30 et même 40 mètres cubes. Lorsque le diamètre des cailloux roulés atteint 6 ou 8 décimètres, on commence à trouver, à la partie supérieure du dépôt, quelques fragments de même nature que les cailloux, mais présentant des angles assez vifs; ces fragments augmentent en nombre en avançant vers les Alpes, et les grandes accumulations de terrain de transport que l'on trouve à l'ouverture des vallées en sont presque exclusivement composées; ce fait a été signalé par M. E. de Beaumont, entre Saronno et Varese dans la vallée de l'Olona; on peut le reconnaître également dans la plupart des vallées qui descendent des Alpes de la Lombardie et du Piémont, et on arrive ainsi à rattacher aux cailloux roulés de la plaine les blocs de roches alpines épars sur les pentes des montagnes calcaires. Ces blocs, en effet, « appartiennent à la partie supérieure du vaste dépôt diluvien qui forme le sol du plateau faiblement incliné de la rive gauche du Pô, de Saluces à Como et au-delà (1). »

La puissance du terrain de transport est nécessairement très

(1) E. de Beaumont, *Annales des sciences naturelles*, t. XIX, p. 73.

variable d'un point à un autre; car cette puissance tient surtout à la configuration du fond sur lequel les cailloux ont été déposés. Il n'est pas rare de voir, au bord des rivières, des escarpements de poudingues de 100 mètres de hauteur; sur les points les plus rapprochés des montagnes, à Ivree, par exemple, la hauteur des terrasses formées de matériaux meubles, est de plus de 400 mètres; mais il ne faudrait pas conclure que c'est là l'épaisseur du terrain de transport dans les plaines dont les flancs des vallées paraissent offrir une coupe naturelle. M. Sismonda a reconnu il y a quelques années que le terrain de transport des collines de Castellamonte, à 15 kilomètres au S.-O. d'Ivree, est purement superficiel, et que la masse de ces collines est constituée par des sables et des argiles à fossiles pliocènes (1). A Paderno, le poudingue, exploité sous le nom de *ceppo*, se présente le long de l'Adda avec une épaisseur de 60 à 80 mètres; mais il est facile d'y reconnaître que le *ceppo* ne fait que revêtir la tranche des couches du grès à fucoïdes et du calcaire à Nummulites qui paraissent au jour à une petite distance vers le N. On conçoit cependant que le terrain de transport doit être plus puissant au centre de la vallée que vers le pied des Alpes: en effet, les sondages artésiens que l'on a tentés sur divers points de la rive gauche du Pô ont été abandonnés sans avoir dépassé le terrain de transport; quelques uns des puits situés au N. de Milan ont une profondeur de 30 mètres; quelquefois même on a dû creuser jusqu'à 60 mètres dans le terrain de transport avant de trouver de l'eau.

J'ai cité, il y a un instant, les *terrasses* formées par le terrain de transport à l'entrée de la vallée d'Aoste; ces terrasses ont une certaine célébrité par les spéculations qu'elles ont suggérées à Saussure (2); mais le terrain erratique se présente en masses presque aussi considérables à l'entrée de toutes les grandes vallées qui descendent des Alpes. Que si l'on pénètre dans l'intérieur de ces vallées, les cailloux roulés disparaissent en grande partie, ou ne se trouvent plus que dans les lits des cours d'eau actuels, tandis que les blocs anguleux augmentent en volume et en nombre, de manière à frapper l'attention des voyageurs les plus indifférents aux phénomènes naturels; c'est ce dont on peut se convaincre en visitant à quelques heures au N. de Milan les hauteurs calcaires

(1) *Observations géologiques*, etc., dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Turin*, 1838.

(2) *Voyages dans les Alpes*, 997.

qui entourent les lacs de Como et de Lecco, lesquels ne sont en réalité qu'un élargissement momentané de la vallée de l'Adda (1).

Le promontoire de Bellagio, placé au point de partage de ces lacs, est dominé, à 9 kilomètres vers le S., par une crête calcaire dont le point le plus élevé atteint 1,595 mètres de hauteur absolue (1,384 mètres au-dessus du niveau des lacs), et porte le nom de Monte-San-Primo; la direction moyenne de cette crête est de l'O.-20°-N. à l'E.-20°-S., c'est-à-dire qu'elle est perpendiculaire à la direction de la partie supérieure du lac de Como. La pente moyenne générale du San-Primo vers le N. est de 9 à 10°; mais cette pente est interrompue par divers ressauts qui sont comme autant de marches d'un escalier gigantesque. Chacune de ces marches est occupée par une accumulation de blocs erratiques; les pâturages et les superbes châtaigniers de l'Alpe de Guel, à 400 mètres environ au-dessus du lac, recouvrent une de ces accumulations; mais les blocs les plus remarquables sont *perchés* sur une marche plus élevée (700 mètres environ au-dessus du lac) à l'Alpe de *Pravolta* (*Prato-alto*, en patois *Pravolt*); c'est là que se trouve le bloc figuré par M. de La Bèche (2), bloc qui est connu dans le pays sous le nom de *Sasso di Lentina*; plusieurs autres blocs moins volumineux ont cependant reçu un nom des montagnards, qui distinguent le *Sasso della Luna*, celui *dei quattro Comuni*, etc. On trouve encore quelques blocs à l'Alpe de Borgo, qui occupe une marche plus élevée que celle de Pravolta; mais ils sont beaucoup moins volumineux.

Le Monte-San-Primo oppose, comme l'a dit M. de La Bèche, « un rempart audacieux aux choes qui arriveraient du côté du » N. (3). » Aussi explique-t-on facilement comment les blocs erratiques ont dû s'accumuler sur son flanc septentrional; mais la crête du San-Primo se termine à l'E. par un escarpement de plusieurs centaines de mètres qui domine la vallée du Lambro: le col de Ghisallo, par lequel la route de Bellagio à Canzo descend dans cette vallée, est moins élevé de 100 mètres environ que l'Alpe de Pravolta; on comprend dès lors qu'une grande quantité de blocs ait pu passer par-dessus ce col, pour descendre plus au S. vers Asso et Canzo; et en effet, les flancs de la vallée du Lambro sont semés de blocs ayant souvent 5 et 600 mètres cubes. A Canzo,

(1) Voyez dans les *Coupes et vues géologiques* de M. de La Bèche, pl. 31 et 32, la carte géologique et les coupes des environs du lac de Como.

(2) *Coupes et vues géologiques*, pl. 38, fig. 5.

(3) *Manuel géologique*, p. 220 de la traduction française.

la vallée est barrée par un contrefort dirigé vers l'E. 18° N., qui oblige le Lambro à changer de direction presque à angle droit : la pente de ce contrefort (Monte-Pesura) est couverte de blocs jusqu'à 200 mètres au-dessus du lit du torrent ; les blocs pénètrent à l'E. dans le vallon romantique de San-Miro ; ils m'ont frappé surtout , parce que la plus grande partie en est de serpentine ; on en voit derrière le sanctuaire un amas remarquable par la fraîcheur des angles des divers fragments.

On peut cependant encore suivre la traînée des blocs erratiques de la vallée du Lambro , bien au-dessous de Canzo ; cette traînée s'élargit considérablement en sortant des Alpes, et les collines septentrionales de la Brianza sont couvertes de blocs de plusieurs mètres cubes , dont quelques uns proviennent du calcaire jurassique de la Val-Assina. A Villa-Albese , j'ai vu à 150 mètres au-dessus du Lambro et du lac Alserio , un groupe de blocs de gneiss , parmi lesquels il en est un de 250 à 300 mètres cubes , qui présente sur toute sa hauteur une fente de quelques centimètres de large ; les parois de cette fente sont usées et arrondies , elles présentent même sur un point une sorte de canal grossièrement cylindrique , de 4 à 5 décimètres de diamètre ; quelle que soit l'origine de cet accident , il est bien certain qu'il a eu lieu après que le bloc de gneiss avait été transporté à la place qu'il occupe aujourd'hui.

A l'E. et à l'O. du promontoire de Bellagio , les dépressions profondes occupées par les deux branches du lac de Como ont dû nécessairement être envahies jusqu'à une grande hauteur lors du transport des blocs erratiques , quelle que fût d'ailleurs la cause de ce transport : aussi tous les caps qui s'avancent vers le centre du lac , de manière à en modifier la direction , offrent-ils des accumulations plus ou moins puissantes de blocs erratiques. Sur le lac de Como , proprement dit , l'accumulation la plus remarquable est celle qui se voit entre Molina et la Villa-Pliniana , contre la base du Pizzo di Torno , qui fait un angle droit avec la direction suivie par le lac , depuis la Cavagnola. Les blocs granitiques , de 2 et 300 mètres cubes , s'y élèvent à plus de 100 mètres au-dessus du niveau du lac ; leurs angles sont généralement très vifs : on en a détruit un grand nombre pour divers usages , mais il en reste encore de quoi fournir longtemps aux exploitations. A Como , la masse du terrain erratique paraît s'être élargie tout-à-coup , en sortant de la vallée étroite qu'elle suivait depuis le centre des Alpes ; la pente S. de la montagne de Brunate en a été entièrement recouverte ; et le hameau de San-Tommaso est

situé à 300 mètres au-dessus du lac, sur un amas de blocs anguleux de granite, de gneiss, de schiste amphibolique, disséminés dans un sable grossier, et cimentés en une brèche assez solide pour présenter sur quelques points des escarpements presque verticaux. On peut considérer cette brèche comme le point de départ de la traînée de cailloux erratiques qui se prolonge vers le S. dans la vallée du Seveso; en effet, elle ne diffère du *ceppo* des régions moins élevées que par le volume des blocs qui la composent et par les angles non émoussés de la plupart de ces blocs.

Le lac de Lecco présente une répétition des faits que je viens de signaler entre Bellagio et Como : ainsi on trouve une accumulation considérable de blocs à la rive occidentale du lac, à 5 kilomètres environ de Lecco, dans une position qui correspond à peu près à celle de Molina, sur le lac de Como. La masse des blocs transportés s'est de même déversée latéralement en sortant de la gorge étroite qu'elle avait suivie de Bellagio à Lecco; on cite sur la pente méridionale des Corni-di-Canzo un bloc de granite porphyroïde de 1,000 mètres cubes environ, qui se trouvait à 390 mètres au-dessus du niveau du lac, et qui a été débité en tronçons de colonnes, il y a une vingtaine d'années, lors de la construction de l'église de Val-Madrera.

Les pentes septentrionales du Monte-Baro offrent au-dessus de Malgrate des accumulations analogues à celle que j'ai citée à San-Tommaso; mais c'est particulièrement à Olginate, là où l'Adda commence à prendre le cours d'un fleuve régulier, que les blocs sont accumulés en plus grand nombre : aussi, Breislack et M. de Buch ont-ils comparé la colline qui domine au S. le lac d'Olginate à un champ de bataille de géants. Plusieurs des blocs ont plus de 100 mètres cubes, et leurs arêtes sont en général très vives; ils appartiennent en très grande partie au granite porphyroïde; la serpentine y est abondante aussi, et on y trouve en outre quelques blocs de calcaire jurassique. Plus au S., le volume des blocs diminue, leurs angles s'émoussent, et on passe par gradations insensibles aux poudingues exploités sur les bords de l'Adda, à Capriate, à San-Gervasio, à Brembate, etc.

Puisque les blocs erratiques atteignent sur le San-Primo un niveau de 700 mètres au-dessus du lac de Como, il est naturel de penser que des blocs comparables à ceux de Guel, de Pravolta, etc., devront se trouver à des niveaux correspondants sur les montagnes qui encaissent le lac de Como à l'E. et à l'O. de Bellagio. En effet, les blocs de roches cristallines sont très fréquents sur les hauteurs calcaires qui dominent Tramezzo, Grianza, Menaggio; en outre,

comme l'arête du partage des eaux entre les lacs de Como et de Lugano n'atteint pas, à beaucoup près, la hauteur de 700 mètres au-dessus du premier de ces lacs, la cause qui transportait les blocs erratiques a dû nécessairement diriger une partie de ces blocs dans la dépression qui s'ouvrait ainsi vers l'O. La partie la plus septentrionale du lac de Lugano consiste en un canal de 11 à 1,200 mètres de large, en face duquel le mont Salvatore se présente à peu près comme le Monte-San-Primo, en face de la partie supérieure du lac de Como : aussi trouve-t-on sur le Salvatore, à 300 mètres environ au-dessus du lac de Lugano, un amas de blocs comparables à ceux de Guel. La configuration accidentée de ce lac a dû diriger ensuite la traînée des blocs erratiques vers le S.; une partie s'en est échouée sur les pentes du Monte-Generoso et dans la plaine de Mendrisio et de Balerna; une autre partie a suivi la direction de Porto et de Varese, et est allée se terminer dans les poudingues de l'Olona. Enfin j'ajouterai, pour compléter la description du terrain de transport du lac de Como, que les blocs erratiques se sont accumulés aussi en quantité considérables dans un vallon alpin très sauvage qui s'ouvre sur la rive orientale du lac, un peu au N. de Varenna. En effet, lorsque l'on monte de Perledo vers Esino, on se trouve à 600 mètres environ au-dessus du lac, au milieu d'un entassement de blocs granitiques anguleux dont le volume dépasse presque toujours les 100 mètres cubes; on continue à trouver des blocs de même nature, mais d'un moindre volume jusqu'au-dessus d'Esino, à 5 kilomètres de distance horizontale des bords du lac.

D'après ce qui précède, on voit que la disposition des blocs erratiques du San-Primo a quelques rapports avec ce que l'on observe sur le Jura, vis-à-vis de la vallée du Rhône; dans les deux cas, les blocs ont dû traverser une dépression considérable avant d'arriver à leur position actuelle; dans les deux cas aussi, les blocs des points les plus élevés se rattachent à des traînées de débris moins volumineux, qui se sont jetés dans des vallées latérales. Les autres vallées du revers méridional des Alpes, depuis le Pô à l'Adige, présentent des faits analogues : partout les blocs erratiques forment des accumulations puissantes en amont des gorges des vallées, comme à Olginate et sur les points où ces vallées changent de direction sous un angle un peu considérable, comme à Canzo, au mont Salvatore près de Lugano, etc.; en d'autres termes, les grands amas de blocs erratiques se trouvent sur des points où un courant capable de déplacer ces blocs aurait dû perdre une partie de sa force de transport par suite des obsta-

cles qui diminuaient sa vitesse. Ce fait, bien constaté aussi sur le revers septentrional des Alpes, avait fait penser à Saussure que les blocs erratiques avaient été transportés et déposés dans leurs positions actuelles par des courants d'une violence et d'une étendue considérable.

L'étude détaillée des vallées du Rhône, de l'Isère, de la Durance, a porté de même M. E. de Beaumont à conclure que le transport du terrain erratique y est dû à l'action de grands courants descendus des cimes des Alpes, et l'on sait en outre que ce savant voit la principale source de ces courants dans la fusion soudaine, lors de l'apparition des mélaphyres, des glaces et des neiges qui devaient couvrir les cimes plus anciennes appartenant au *Système des Alpes occidentales* (1). On sait que MM. de Charpentier, Agassiz, Forbes, etc., croient qu'il est plus facile d'expliquer le phénomène erratique en admettant que d'immenses glaciers ont occupé jadis toute l'étendue des vallées de toutes les chaînes de montagne. Je crois avoir démontré dans un mémoire précédent (2) que l'hypothèse glaciale n'était point applicable au terrain erratique des Pyrénées, tandis que le phénomène diluvien pourrait réellement se répéter dans cette chaîne, s'il s'y produisait un nouveau dégagement de chaleur analogue à celui qui dut accompagner l'apparition des ophites. Mais l'explication que j'ai donnée des faits observés dans les Pyrénées peut-elle être admise d'une manière générale pour toutes les chaînes de montagne, quelles que soient les dimensions du phénomène? Quelques personnes ont paru penser que non, et dès lors il ne sera point inutile de rechercher si la fusion instantanée des glaces et des neiges des Alpes, telle que l'a supposée M. E. de Beaumont, avait été capable de disperser le terrain erratique jusqu'aux divers points de l'Italie sur lesquels nous l'avons signalé, ou bien, si le transport de ce terrain serait plus facile à expliquer en admettant l'existence d'anciens glaciers qui se seraient étendus depuis le centre des Alpes jusqu'à la plaine du Pô. Je crois ne pouvoir mieux faire pour apprécier la valeur de ces deux hypothèses, que de les appliquer successivement à l'explication des faits que j'ai décrits sur les bords des lacs de Como, de Lecco et de Lugano; car c'est là surtout que le phénomène erratique du revers méridional des Alpes se présente avec les dimensions les plus gigantesques; c'est

(1) *Annales des sciences naturelles*, t. XIX, p. 213.

(2) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. XVI, p. 134, et *Bulletin de la Société géologique*, t. XIV, p. 402.

là, par conséquent aussi, que la cause du transport des blocs paraît le plus énigmatique.

Je rappellerai d'abord que tous les blocs que j'ai vus sur le Monte-San-Primo et sur les bords des lacs de la Lombardie, tous ceux qui y ont été indiqués par Breislack et par MM. de Buch et de La Bèche, appartiennent à des roches qui se trouvent en place dans les Alpes de la Valteline. Les trois quarts au moins de ces blocs sont d'un granite à grands cristaux de feldspath gris (rarement rougeâtre), dans lequel on discerne quelquefois de petites aiguilles d'amphibole et plus rarement de petits cristaux de sphène. Ce granite forme des masses considérables vers l'axe de la chaîne des Alpes; il paraît constituer en totalité les cimes qui environnent Campo-Dolcino, sur la route du Splughen. La serpentine est fréquente aussi parmi les blocs erratiques des Alpes Lombardes; on en connaît particulièrement une belle variété d'un vert très foncé avec des veines plus claires, qui contient quelquefois des cristaux de diallage métalloïde : cette roche est recherchée comme pierre d'ornement, et on la trouve fréquemment employée dans les *villas* des bords du lac de Como. On sait que les roches serpentines forment, de Tirano à Coire, une suite de protubérances alignées, à peu de chose près, du S. au N.; il en existe des masses considérables à l'origine de la vallée de la Maira, qui tombe dans le lac de Como à sa partie la plus septentrionale, et ces masses s'étendent jusque près de Chiavenna. Les autres blocs appartiennent au gneiss, aux schistes micacés et amphiboliques, au feldspath grenu (leptynite), qui se trouvent en place dans presque toutes les hautes vallées de la grande chaîne, à la jonction des terrains sédimentaires et cristallins.

Il est donc évident que la cause qui a transporté à leurs positions actuelles les blocs erratiques des environs du lac de Como avait son origine vers le centre des Alpes; et en effet, cette évidence a été reconnue de tout temps par les géologues italiens. En 1807, Brocchi, adoptant l'opinion de Saussure, expliquait le transport des blocs granitiques du mont Tonal jusqu'aux montagnes calcaires du lac d'Iseo, par des courants dus au retrait des mers qui avaient d'abord recouvert les cimes des Alpes (1); mais, dès 1817, Venturi avait pressenti que les glaciers devaient avoir joué un rôle dans la distribution du terrain erratique : le transport des blocs de la Lombardie était dû, suivant lui, à un phénomène analogue à ce qui se passe aujourd'hui dans les mers po-

(1) *Mines de fer du département du Mella*, t. II, p. 336 et suiv.

lares. Les blocs du San-Primo auraient été transportés sur des glaçons flottants que les vagues enlevaient aux glaciers de la Val-teline, lorsque la mer s'élevait à un niveau assez considérable pour baigner le pied de ces glaciers. Venturi avait même calculé qu'un fragment de glace de 45 mètres de long, autant de large et 20 mètres d'épaisseur, dont le volume serait, par conséquent, de 40,500 mètres cubes, pourrait transporter un bloc de granite de 880 mètres cubes (volume de la masse granitique qui sert de base à la statue de Pierre-le-Grand à Saint-Petersbourg et 200 mètres cubes de fragments moins volumineux (1). M. de Charpentier a parfaitement démontré que l'hypothèse d'une mer qui aurait entouré les Alpes, après leur dernier soulèvement, est contraire à tous les faits observés (2). La chose est surtout évidente pour le revers méridional de la chaîne, où les marnes subapennines, trace du dernier séjour de la mer dans ces contrées, sont souvent fort disloquées (Verrua, Maggiora, etc.) et toujours séparées d'une manière tranchée du terrain erratique supérieur à ces marnes. Mais l'objection de M. de Charpentier n'est pas valable contre l'hypothèse du transport des blocs par la fusion subite des glaciers, telle que l'admet M. E. de Beaumont. Il s'agit de savoir seulement si cette fusion pourrait réellement produire l'effet qu'on lui attribue.

Il est assez difficile de concevoir que des fragments de glace aient pu être charriés depuis le centre de la chaîne des Alpes jusqu'aux pâturages du San Primo, à moins que toute la vallée de l'Adda ne fût remplie d'eau jusqu'au niveau de ces pâturages. On sait, à la vérité, que dans les Hautes-Alpes, la masse entière des torrents s'avance quelquefois au moment des grandes crues comme une avalanche liquide, qui remplirait *successivement* jusqu'à de grandes hauteurs les diverses parties d'une vallée (3); mais ce mode de transport qui a pu jouer un grand rôle dans la dispersion du terrain erratique, ne me paraît pas expliquer suffisamment l'existence des blocs anguleux du San-Primo; je crois devoir admettre plutôt que la masse d'eau descendue des cimes de la chaîne au moment d'une fusion générale des glaces et des neiges, a été arrêtée par la barrière que lui opposait le San-Primo, et a

(1) *Memoria sopra alcuni fenomeni geologici*. Pavie, 1817. On trouve un extrait de ce mémoire de Venturi dans les *Institutions géologiques de Breislack*, t. II, p. 533 et suiv.

(2) *Essai sur les glaciers*, p. 178.

(3) Surrel, *Description des torrents des Hautes Alpes*, p. 37.

comblé *momentanément* toute la Valteline jusqu'à une hauteur de 700 et même 800 mètres au-dessus du niveau actuel du lac, puisqu'on trouve encore des blocs anguleux à l'Alpe de Borgo, à une centaine de mètres au-dessus de Pravolta : pendant ce temps d'arrêt de la masse d'eau diluvienne, quelques blocs auraient pu flotter enchâssés dans de la glace et venir s'échouer à la place qu'ils occupent aujourd'hui. Mais les glaces et les neiges des Alpes antédiluviennes ont-elles pu fournir assez d'eau pour remplir la vallée de l'Adda jusqu'au niveau des pâturages de Borgo ? Il est difficile que nous arrivions jamais à des données assez exactes sur la géographie physique de la période pliocène, pour calculer rigoureusement quel devait être le volume des glaciers de cette période ; mais, en l'absence de pareilles notions, nous pouvons du moins obtenir une certaine approximation en cherchant ce qui devrait se passer si les glaciers actuels venaient à fondre soudainement par une cause quelconque.

L'eau qui remplirait la Valteline jusqu'au niveau de l'Alpe de Borgo aurait grossièrement la forme d'une pyramide dont le sommet serait à la gorge de la Serra, où l'Adda coule à 1,011 mètres au-dessus du niveau de la mer (800 mètres au-dessus de celui du lac de Como), et dont la base s'appuierait contre le San-Primo. Cette base peut être considérée comme un triangle dont un côté serait la largeur totale de la vallée à Bellagio, prise à un niveau de 800 mètres au-dessus du lac, largeur qui peut être évaluée à 7,500 mètres ; la hauteur de la base triangulaire serait donnée en ajoutant aux 800 mètres, niveau des blocs, la profondeur du lac entre Varenna et Menaggio, savoir, 316 mètres : on aurait donc la surface de la base de la pyramide $= 7,500 \times 1,116$

$\frac{2}{2} = 4,185,000$ mètres carrés ; et pour le volume de la masse

d'eau qui remplirait la vallée depuis la Serra jusqu'à Bellagio, cette base multipliée par le tiers de la distance entre ces deux points, distance qui, en tenant compte des sinuosités de la vallée, se trouve être de 25 lieues ou 111,111 mètres, savoir $4,185,000 \times 111,111$

$\frac{3}{3} = 154,999,845,000$ mètres cubes. Si l'on ajoute la quan-

tité d'eau nécessaire pour remplir au même niveau les vallées de la Maira et de la Lira, vers le Septimer et le Splughen, on arrive à un volume total de 187,027,445,000 mètres cubes. Or, il faudrait pour fournir une telle quantité d'eau (abstraction faite de la contraction de l'eau passant à l'état liquide), une masse de glace

de 935 kilomètres carrés (48 lieues carrées) et 200 mètres d'épaisseur.

Les cimes qui entourent les sources de la Lira, de la Maira et de l'Adda présentent depuis le Pizzo del Piombo (au N.-O. de Chiavenna) jusqu'au Corno dei Tre-Signori (au S.-E. de Bormio) un développement de 200 kilomètres environ, et sur toute cette longueur, on ne trouve qu'un petit nombre de cols inférieurs à la limite des neiges perpétuelles, qui est dans les Alpes à 2,708 mètres; le col du Stelvio, par lequel passe une route militaire de Milan à Vienne, dépasse même cette limite de près de 100 mètres. Plusieurs glaciers descendent de ces hauteurs; les principaux sont celui du Tamborhorn, à la source de la Lira; ceux de Savogno, de Muretto, d'Albigna, de la Bondasca, dont les eaux réunies forment la Maira; ceux de Siviggia, de Maseno, de Malenco, de Poschiavo, qui descendent de la mer de glace du Bernina; ceux de l'Ortler-Spitz vers la source de l'Adda, etc. La mer de glace du Bernina est décrite par Ebel comme « formant le centre d'é- » normes glaciers qui remplissent toutes les vallées d'une chaîne » dont la longueur est de 16 lieues (1); » il n'y a donc rien d'exagéré dans la supposition que l'ensemble des glaciers dont les eaux se versent dans le lac de Como présente une surface totale de 48 lieues carrées ou 935 kilomètres carrés; et comme d'après les observations les plus récentes, on peut prendre 200 mètres pour l'épaisseur moyenne des glaciers des Alpes, on arrive à trouver que la fusion des glaciers actuels donnerait toute la quantité d'eau nécessaire pour combler la vallée de l'Adda jusqu'au San-Primo. A la vérité, j'en ai pas tenu compte dans ce calcul de la différence de densité entre la glace des glaciers et l'eau; mais il est évident que cette différence serait plus que compensée par la fusion des champs de neige supérieurs aux véritables glaciers.

Si donc nous supposons aux glaciers de la période pliocène une étendue approchant de celle des glaciers actuels, et si nous admettons « que les neiges dont les hautes montagnes du système » des Alpes occidentales, ne pouvaient manquer d'être couvertes, » aient été fondues en un instant par les gaz auxquels est attribuée » l'origine des dolomies et des gypses, » et qu'en même temps les glaciers de ces montagnes, fondant à leur base, soient partis chargés de leurs moraines médianes pour descendre vers les plaines, il n'y aura rien de surprenant à ce que *quelques uns des blocs* de ces

(1) *Manuel du voyageur en Suisse*, 2^e vol., p. 165, édition de Zurich, 1855.

moraines aient pu être charriés à la surface des eaux jusqu'au San-Primo. On concevra facilement aussi que la masse d'eau retenue un instant par cette montagne se soit déversée immédiatement après par les vallées de Lecco, du Lambro, de Como, de Lugano, et qu'elle ait déposé sur les dernières pentes des Alpes les blocs de Val-Madrera, de San-Miro, de Molina, du Salvatore, etc., pour transporter plus loin les blocs moins volumineux des collines de la Brianza et les cailloux de la plaine de la Lombardie. Dans cette dernière partie de leur cours, les eaux auront pu entraîner vers le S. quelques blocs calcaires enlevés aux cimes jurassiques du San-Primo, du Crocione, etc.

Le groupe des blocs du San-Primo est certainement la partie la plus difficile à expliquer de tout le phénomène erratique du revers méridional des Alpes, et le raisonnement qui rend compte du transport de ces blocs s'applique bien plus aisément aux autres grandes vallées, à celles, par exemple, du Tessin, d'Aoste, de Suze, etc. Ainsi pour la vallée d'Aoste, d'Aubuisson a calculé que les glaciers qui versent leurs eaux dans la Doire-Baltée ont un volume d'environ 100,000 millions de mètres cubes (1); on comprend que la fusion instantanée de pareils glaciers suffirait pour produire les collines de terrain de transport que l'on observe à l'entrée de la Doire, dans la plaine du Piémont.

M. de Charpentier a consacré quelques unes des pages de son *Essai sur le terrain erratique à la réfutation de l'hypothèse de la fonte des glaciers*, et en général de toutes les hypothèses qui admettent des courants; il s'appuie principalement sur ce que l'action de pareils courants ne saurait produire tous ces phénomènes accessoires qui accompagnent généralement les traînées de blocs erratiques, savoir : le polissage des roches, le creusement de stries et d'ornières plus ou moins profondes, etc. M. Studer a signalé des roches polies et striées d'une parfaite conservation, dans la vallée d'Aoste et dans celles de Quarazza et d'Anzasca (2). Sur les bords du lac de Como, la surface des roches est presque constamment cachée sous une végétation toute méridionale, et il est rare qu'on puisse y lire les traits que le phénomène erratique a dû imprimer sur cette surface; j'indiquerai cependant les rochers de gneïs sur lesquels passe le chemin de Rezzonico à Crema qui, à la limite des deux communes, sont fortement sillonnés et présen-

(1) *Statistique minéralogique du département de la Doire*, dans le *Journal des mines*, t. XXIX, p. 254.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, t. II, p. 51.

tent même des commencements d'érosions verticales ou de *cuvées*; la concavité polie des sillons y est souvent rayée par des stries très fines, qui sont dirigées comme les sillons eux-mêmes vers le N.-N.-E., c'est-à-dire que tous ces accidents sont alignés suivant le prolongement de la partie septentrionale du lac, depuis l'embouchure de l'Adda jusqu'à la pointe d'Olgiasca. J'ai vu aussi près d'Inesio, à l'entrée de la Val-Sasina, un poudingue rouge très solide, qui est parfaitement poli et strié parallèlement à la direction de la vallée. Outre ces accidents qui sont dus bien certainement à la cause qui a transporté les blocs erratiques, on trouve dans les environs du Monte-San-Primo des faits qui ont quelque analogie avec les précédents, mais qui ont une tout autre origine. Ainsi on voit près de la source du Lambro, dans les pâturages de Pravalta, une surface polie verticale qui présente en petit les mêmes caractères que la célèbre roche polie du Saint-Bernard, et qui est le résultat d'un frottement analogue à celui qui a produit le polissage des saibandes de certains filons métallifères. J'ai indiqué ailleurs (1) les stries de certaines surfaces calcaires des environs de Bellagio, produites par l'action de l'atmosphère sur une roche à veines spathiques très minces; je pourrais citer encore des *Karrenfelder* à Lezzeno, à Balbianello, etc.; mais les géologues suisses, eux-mêmes paraissent reconnaître que les *Karrenfelder* peuvent provenir d'un phénomène d'érosion indépendant de la cause quelconque qui a donné lieu au transport des blocs erratiques (2).

Mais les surfaces polies, les sillons, les stries, les cuves de Rezzonico, des vallées d'Aoste, de Quarazza, d'Anzasca; etc., indiquent-elles nécessairement, comme le croit M. de Charpentier, que ces surfaces ont été exposées au frottement produit par le mouvement des glaciers? Je me bornerai à rappeler que mes observations sur le terrain diluvien des Pyrénées m'ont porté à conclure que le « passage des avalanches produit de nos jours des » surfaces polies et striées; que le passage violent d'une grande » masse d'eau suffit pour produire des sillons et des érosions verticales, de sorte que les diverses modifications de la surface des » roches dans lesquelles on a cru voir des preuves de l'ancienne » extension des glaciers peuvent être expliquées par des actions » d'un ordre tout différent (3). »

(1) Notes sur les terrains stratifiés des Alpes lombardes, *Bulletin*, 2^e série, t. 1^{er}, p. 183.

(2) Studer, *Éléments de géographie physique et de géologie*, t. I, p. 338.

(3) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. XVI, p. 134.

M. de Charpentier pourrait objecter aussi, comme il l'a fait pour d'autres localités, qu'en proposant le mode de transport des blocs à l'aide de glaçons flottants, « on n'a tenu aucun compte des » défilés, des sinuosités, des coudes souvent fort brusques des » vallées, non plus que de la fragilité des glaciers. Les radeaux de » glace, chargés de blocs de toutes les dimensions, auraient été » entraînés par un courant de 800 mètres de profondeur, hauteur » des blocs du San-Primo au-dessus de la vallée de l'Adda. Comment aurait-il été possible qu'un certain nombre de ces radeaux » arrivassent sains et saufs jusqu'au San-Primo (1)? » Je crois pouvoir répondre à cette objection que, d'après les faibles pentes qu'ont généralement les flancs des vallées, la largeur de ces vallées est toute autre à 800 mètres de hauteur qu'elle ne l'est à leur fond. J'ai dit plus haut que l'on trouvait à tous les coudes, à tous les défilés des vallées de grandes masses de terrain erratique; mais on peut concevoir cependant que *quelques blocs* enveloppés de glace et de neige aient suivi le milieu d'un courant de plusieurs kilomètres de large, qu'ils aient évité tous les chocs et soient arrivés jusqu'au lac de Como (2). Que l'on compare les blocs dispersés sur le San-Primo, à Molina, sur le mont Salvatore, etc., aux masses de débris accumulées dans les moraines des glaciers actuels, et on verra que le nombre des blocs arrivés jusqu'au débouché des vallées n'est réellement qu'une petite fraction du nombre de ceux qui ont dû être entraînés par la fusion des glaciers de la période pliocène.

On nous dira peut-être que « lorsqu'un courant charrie des » matériaux et qu'il vient frapper à angle droit contre une digue, » ce n'est pas sur la place frappée que se forme le plus grand dépôt, » mais à quelque distance à droite et à gauche de cette place, là

(1) *Essai sur les glaciers*, p. 184.

(1) Le transport des blocs, par suite de leur adhérence à une quantité de glace capable de contrebalancer les effets de leur pesanteur spécifique, n'est pas un phénomène aussi rare qu'on pourrait le penser. Ainsi, Dolomieu, qui voyageait en Italie en 1788, rapporte que « l'hiver de cette année couvrit le rivage de l'Adriatique de grosses pierres anguleuses, provenant des Alpes. Les rivières furent gelées, ce qui n'était pas arrivé de » mémoire d'homme, et les glaçons voiturèrent dans la mer des pierres » de toute espèce, les unes qu'ils avaient soulevées avec eux en s'élevant » du fond des rivières, les autres qui s'étaient écroulées sur la glace et » qui y restèrent jusqu'au moment de la débâcle. Alors elles furent transportées dans la mer, où les flots les rejetèrent sur le rivage. » (*Journal de physique*, t. XXXIX, p. 313.)

» où le courant a perdu de sa force ; par conséquent, si la dispersion des débris erratiques avait été opérée par des courants, la plus grande accumulation de ces débris ne devrait point se trouver sur le San-Primo, précisément vis-à-vis la vallée supérieure de l'Adda (1). »

Si la pente septentrionale du San-Primo était un mur vertical, je concevrais, en effet, que les blocs charriés par le courant eussent été rejetés à droite et à gauche du point du choc ; mais j'ai dit plus haut que la pente générale du San-Primo, vers le N., était de 9 à 10° ; entre l'Alpe de Guel et celle de Borgo, il y a une différence de niveau de 400 mètres sur une distance horizontale de 3 kilomètres, c'est-à-dire que dans la partie de la montagne où les blocs sont le plus abondants et le plus volumineux, la pente n'est que de 7 à 8° ; on comprend qu'un flot arrivant contre une telle pente, y glisserait en la remontant et poussant devant lui les blocs qu'il charriait, et qui pourraient être portés ainsi à un niveau supérieur à celui du courant. Il suffit, au reste, d'avoir vu les vagues de la mer se déferler sur une plage peu inclinée pour comprendre que la direction de la force de transport d'un courant diluvien ne serait nullement rejetée à droite et à gauche par la rencontre d'une pente comme celle du San-Primo ; on conçoit aussi que les blocs poussés contre une telle pente, avec une vitesse égale même à celle d'un boulet de canon, ne s'y seraient point brisés, qu'ils auraient plutôt ricoché à la surface de la montagne, comme le fait un boulet dans des circonstances analogues (2).

On a demandé aussi « comment des courants auraient pu former des accumulations de débris en forme de digues ou de bandes longeant en lignes parallèles le flanc des montagnes, et se trouvant placés à différents étages qui se correspondent ordinairement sur les deux flancs des vallées (3) ! » C'est par suite de cette impuissance prétendue des courants diluviens à former ces dépôts en formes de terrasses si fréquents dans toutes les chaînes de montagnes, que l'on a été amené à voir des *moraines d'anciens glaciers* dans toute accumulation un peu considérable de cailloux plus ou moins roulés ; que l'on a cité dans les Pyrénées, par exemple, les moraines de Garen, de Grip, d'Argelez, d'Arudy, du Vernet, etc. J'ai démontré ailleurs que toutes ces prétendues

(1) *Essai sur les glaciers*, p. 218.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, t. XIV, p. 405.

(3) *Essai sur les glaciers*, p. 225.

moraines des Pyrénées ne pouvaient pas être l'ouvrage d'anciens glaciers (1); je me bornerai aujourd'hui à répondre à l'objection de M. de Charpentier, en citant un passage du dernier ouvrage de M. Forbes, que l'on sait être l'un des adversaires les plus ardents de la théorie du transport des blocs par les courants : « Les » accumulations des blocs sur les bords des torrents des hautes » vallées des Alpes ont une ressemblance frappante avec les mo- » raines des glaciers. La forme de ces accumulations est celle des » moraines, car leurs talus sont déterminés dans les deux cas » par la pente que prennent naturellement des matériaux meubles, » livrés à l'action de la pesanteur. Les matériaux sont les mêmes » aussi dans les deux cas : ce sont des blocs anguleux plus ou » moins arrondis par le frottement des graviers anguleux et un » sable grossier. Je n'ai pas su reconnaître, continue M. Forbes, » dans la disposition des matériaux accumulés aux bords des » torrents, cette régularité d'après laquelle on croit pouvoir dis- » tinguer les dépôts des eaux courantes d'avec ceux des glaciers. » Les dépôts des torrents ne m'ont paru présenter aucune sépa- » ration en strates distinctes par le volume des débris, et souvent » les blocs les plus volumineux y sont les plus élevés, comme la » chose a lieu dans les véritables moraines (2). » Ces observations de M. Forbes suffisent, je pense, pour qu'on soit autorisé à voir dans les collines allongées qui continuent souvent les contre-forts latéraux des grandes vallées des Alpes, des sortes d'osars gigantesques produits contemporainement au transport des blocs erratiques; ces collines représenteraient, ainsi que l'a dit Saussure pour celles d'Ivrée, « les bords du courant qui s'évasait en débouchant des vallées (3). »

M. de Charpentier pense encore que « l'on ne saurait expliquer par des courants d'eau les groupes étonnants de gros » blocs, tous d'une même espèce de roche (4), » tels que celui du vallon de San-Miro; et cependant cette disposition des blocs me paraît être une conséquence forcée de la fusion simultanée de tous les glaciers. En effet, si une telle fusion avait lieu aujourd'hui, les glaciers du Bernina, chargés d'une grande quantité de blocs de serpentine, entreraient dans le courant général, à 60 kilomètres au-dessous des glaciers de l'Ortler-Spitz, sur lesquels

(1) *Terrain diluvien des Pyrénées*, p. 37 et suiv.

(2) Forbes, *Travels through the Alps*, p. 310.

(3) Saussure, *Voyages*, 997.

(4) *Essai sur les glaciers*, p. 226.

les blocs de granite porphyroïde sont de beaucoup la roche dominante; il serait donc tout simple que ceux des blocs de serpentine qui, échappant à tous les accidents, iraient s'échouer dans la vallée du Lambro, y arrivassent avant les blocs venus de l'Ortler, qu'ils s'y déposassent tous à la fois et à la même place; on comprend en outre que quelques uns des blocs, enveloppés dans un remous du courant, pourront descendre assez lentement au fond de l'eau pour s'y trouver « perchés les uns sur les autres et se » maintenir en équilibre par de bien faibles appuis, tandis que » d'autres tombant avec une grande vitesse, pourront se trouver » fendus verticalement par l'effet de cette chute, etc. (1). »

Quant à l'objection qui a été tirée de ce que l'espace occupé par les lacs alpins aurait dû être comblé par les matériaux transportés par les courants, je crois qu'on peut répondre que les torrents qui descendent aujourd'hui des Alpes, et qui, dans leurs plus grandes crues, déposent sur leurs flancs des masses volumineuses de débris arrachés sur les hauteurs, n'en conservent pas moins un lit fort profond au milieu de ces débris; les lacs de Lecco, de Como, de Lugano, ne seraient autre chose que les lits des courants gigantesques qui ont charrié les blocs alpins et le terrain erratique.

On voit que les objections faites par M. de Charpentier au transport des blocs *par les courants et les glaçons enveloppant des débris de roches*, ne sont peut-être pas aussi sérieuses que le pense ce savant; nous croyons, au contraire, que la distribution du terrain erratique dans la Lombardie ne saurait s'expliquer par l'existence de glaciers qui se seraient étendus jusqu'à la vallée du Pô. D'après les données que j'ai citées plus haut, il y a entre le lit de l'Adda à la Serra et le fond du lac de Como à Bellagio, une différence de niveau de 1,116 mètres, sur une distance de 111,111 mètres; il s'ensuit qu'un glacier qui aurait occupé toute la Valteline aurait dû se mouvoir depuis la Serra jusqu'à Bellagio sur un lit incliné de 0^m,01 par mètre, ou de 0°,35'; la pente de la surface du glacier, en supposant son origine à 3,000 mètres au-dessus de la mer (hauteur moyenne des cimes qui entourent les sources de l'Adda), ou à 2,000 mètres environ au-dessus des blocs erratiques de l'Alpe de Borgo, et 128 à kilomètres de cette localité; la pente de la surface, dis-je, aurait dû être de 0^m,0156 par mètre, ou de 0°,54'; tandis qu'on ne connaît dans les Alpes aucun glacier qui se meuve sur une étendue d'une lieue, sur une

(1) *Essai sur les glaciers*, p. 227.

pente notablement inférieure à 3° (1). Voudrait-on, malgré cela, supposer l'existence d'un glacier arrivant jusqu'à Bellagio, et dont les blocs du San-Primo seraient la moraine terminale? Je me bornerais alors à rappeler ce que j'ai dit plus haut sur les blocs erratiques du vallon d'Esino; ce vallon est ouvert en entier dans le calcaire noir bitumineux de la partie inférieure du terrain jurassique ou dans des dolomies qui résultent d'une modification de ce calcaire; les cimes qui dominent ce vallon vers le S.-E. atteignent presque la limite des neiges perpétuelles; et en effet, au mois de septembre 1843, je voyais encore des plaques de neige sur le revers septentrional du Monte-Codeno (2,414 mètres de hauteur absolue, d'après la carte de Keller); de sorte qu'il suffirait d'un abaissement de quelques degrés dans la température moyenne des Alpes pour que le massif de montagnes compris entre la Val-Sasina et le lac de Lecco, fût envahi par les glaces; et par conséquent, si les glaciers de la Valteline arrivaient jadis à Bellagio, il devait exister au pied du Monte-Codeno un glacier descendant par le vallon d'Esino jusqu'à Varenna. Ce dernier glacier se serait trouvé, relativement à celui qui descendait des Alpes, dans une position analogue à celle du glacier du Tacul, relativement à la mer de glace de Chamouny, ou bien à celle du glacier du Lauter-Aar, relativement à celui du Finster-Aar; les fragments éboulés des cimes du Monte-Codeno seraient descendus jusqu'à la vallée principale, et ils y auraient formé une moraine médiane à la rencontre du glacier venant des Alpes; dans aucun cas, les blocs de ce dernier glacier n'auraient remonté vers le Monte-Codeno; or, je n'ai vu dans le vallon d'Esino que des blocs de roches de la Valteline!

Enfin, il n'y a pas jusqu'au petit accident que j'ai signalé dans un bloc fendu de Villa-Albese qui n'exige une autre explication que celle du transport par les glaciers; car on ne supposera jamais que la glace ait pu se mouvoir à travers une fente de quelques centimètres pour en arrondir les aspérités!

On peut donc conclure, je pense, que jamais « le lac de Como » n'a été le couloir d'un grand émissaire dans lequel se seraient confondus tous les glaciers de la Val-Telline, et qui seraient descendus jusqu'à la plaine du N. de l'Italie (2); » on peut conclure aussi que les blocs erratiques du revers méridional des Alpes, et les cailloux roulés de la vallée du Pô ont été transportés à

(1) E. de Beaumont, *Institut*, t. X, p. 501.

(2) Agassiz, *Études sur les glaciers*, p. 261.

leurs positions actuelles par de grands courants provenant, suivant toute probabilité, de la fusion des glaciers antérieurs au dernier soulèvement des Alpes. Il serait arrivé ici ce que M. Agassiz a admis pouvoir arriver en Suisse: « Si, par une cause quelconque, » un de ces immenses glaciers chargés de débris de rochers, » comme le glacier inférieur de l'Aar ou le glacier de Zermatt, » venait à fondre, et si la fonte avait lieu assez rapidement pour » déterminer des courants capables d'entraîner de pesantes masses » de glace chargées de blocs, *quelques uns de ces blocs seraient alors » transportés au loin sur ces radeaux flottants* (1). »

M. Martins fait observer qu'au Spitzberg les glaces flottantes ne transportent pas de blocs de roches à leur surface, parce que ceux ci tombent très vite à la mer; il n'y a de transportés à de grandes distances que ceux, en très petit nombre, qui sont enchâssés dans la glace. Il n'admet pas que les milliers de blocs que l'on voit entassés sur les flancs des vallées des Alpes y aient été amenés par des débâcles; il cite notamment la vallée de l'Arve, au-dessus de Sallenche, qui présente, à environ 200 mètres au-dessus de son fond, ces traînées de blocs ou moraines longitudinales si remarquables et couvertes de bois de sapins, tandis que le sol plus haut et plus bas est occupé par des cultures. Enfin il ne croit pas que les moulures rectilignes de Landeron et de la Forclaz puissent être attribuées à des glaces flottantes, car dans une débâcle générale il n'y aurait que des courants d'eau et de glaces sans cailloux.

M. de Collegno dit qu'il n'y a guère qu'un millier de gros blocs sur le San-Primo; comme il y a au moins cinquante glaciers dans la partie supérieure des vallées qui débouchent dans celle à l'ouverture de laquelle est situé le San-Primo, il ne voit rien d'impossible à ce que chacun d'eux ait pu fournir une vingtaine de blocs. Il admet qu'il s'est produit des roches polies et striées lors de la fusion générale des glaciers.

(1) Théorie des glaces et ses progrès, *Bibliothèque universelle de Genève*, t. XLI. p. 127.

*Séance du 3 mars 1845.*PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL, *vice-président*.

M. Raulin, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

GRAUGNARD (Gabriel), docteur en médecine à Paris, rue de Courcelles, n° 36, présenté par MM. Viquesnel et d'Archiac ;

FAISSELES, capitaine du génie, à Paris, rue de Grenelle-Saint-Germain, n° 89, présenté par MM. d'Etaule et Le Blanc ;

D'OZERSKY, lieutenant-colonel au corps des mines, professeur à l'École des mines, à Saint-Petersbourg, présenté par MM. Alc. d'Orbigny et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Hardouin Michelin, *Iconographie zoophytologique; description par localités et terrains des polypiers fossiles de France et pays environnants; texte et planches, 13^e à 16^e livraison.*

De la part de M. le ministre des travaux publics, *Étude du bassin houiller de Greissessac (Hérault), faite en 1838 par Napoléon Garella, in-4°; 112 pages, avec atlas de 11 pl. in f°, Paris, 1843.*

De la part de M. Murchison, *Synopsis of the characters, etc. (Résumé des caractères des fossiles du calcaire carbonifère d'Irlande, par Frédérick McCoy, sous la direction de Richard Griffith); in-4°, 207 p. 29 pl. Dublin, 1844.*

De la part de M. Charles T. Jackson, *Final report, etc. (Dernier rapport sur la géologie et la minéralogie de l'Etat*

du New-Hampshire; publié par ordre de la législature de cet état); in-4°, 376 p. 10 pl. et cartes; Concord. N. H. 1844.

De la part de M. Achille Delesse, 1° *Mémoire sur la préparation mécanique de la calamine dans la Haute-Silésie*, 2° partie (extr. des *Annales des mines*, t. VI, 1844); in-18, p. 213-270, 3 pl. Paris, 1844.

2° *Analyse de la gréénovite* (extr. des *Annales des mines*, t. VI, 1844.); in-8°, p. 325-336; Paris, 1844.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1845, 1^{er} semestre; t. XX, n^{os} 7 et 8.

Annales des mines, 4^e série, t. VI, 5^e livraison de 1844.

Bulletin de la société de géographie, 3^e série, t. III, n^o 13, janvier, 1845.

L'Institut, n^{os} 582, 583.

The Athecnæum, n^{os} 904, 905.

The Mining Journal, n^o 497.

M. de Verneuil met sous les yeux de la Société des épreuves des planches de fossiles qui doivent faire partie du *Geological Survey of England*, dirigé par M. de La Bèche. M. Ed. Forbes, qui est chargé de cette publication, compte figurer et décrire toutes les espèces de la Grande-Bretagne, dont il aura des échantillons en bon état de conservation, sans s'astreindre à aucun ordre géologique. Chaque livraison se composera de 25 planches contenant chacune une ou deux espèces, et sera livrée à très bon marché, le gouvernement se chargeant des frais.

M. Martins met sous les yeux de la Société des roches polies et striées recueillies par M. Bravais et lui. Il fait observer que sur des calcaires provenant de Grindelwald les parties en saillie sont seules polies et striées, tandis que les parties rentrantes ne le sont pas. Il fait remarquer que dans la roche du Saint-Bernard les surfaces polies ne sont pas seulement superficielles, mais qu'elles pénètrent dans l'intérieur de la roche. Il admet que les roches doivent leur poli et les stries qu'elles présentent à des causes très différentes.

M. Rozet dit que sur la partie occidentale du Mont-Dore
Soc. Géol. Tome II, 2^e série.

il a observé des trachytes polis qui présentent des lignes assez régulières. Près du confluent de l'Alagnon et de l'Allier, à Lempdes, il y a des rochers verticaux de gneiss qui présentent un poli et des stries très fines qui lui paraissent dus au passage de cailloux et de torrents boueux. Dans la plaine au-dessous, il y a un dépôt d'alluvion puissant composé en grande partie de cailloux de basalte.

M. Viquesnel dit que les stries des trachytes du Mont-Dore sont un effet de cristallisation; elles se trouvent sur les diverses surfaces des plaques de la roche. Quant au gneiss de l'Alagnon, ayant remarqué des stries sur différentes surfaces situées à angle droit les unes par rapport aux autres, il ne peut admettre que les stries aient été produites par le passage des cailloux.

MM. Rozet et d'Archiac disent que les roches dans lesquelles il y a du talc ou de la stéatite présentent fréquemment dans leur intérieur des surfaces polies et striées.

M. de Roys rappelle qu'il a annoncé, il y a déjà quelques années, qu'il avait observé des roches polies et striées dans le massif néocomien de Beaucaire (*Bull. de la Soc. géol.*, t. II, p. 66), ainsi que sur les Alpines entre Saint-Remy et Arles. Il a la conviction que ces stries sont dues au passage des cailloux roulés du diluvium alpin. Ces cailloux ont franchi le massif de Beaucaire pour se répandre au-dessus des argiles subapennines qui s'étendent jusqu'à Nîmes et Aigues-Mortes. C'est également au-dessus des Alpines qu'ont passé les cailloux qui s'étendent vers Barbegal. Les stries dans les deux parties sont parallèles à la direction du passage de ces cailloux. Près du point où ils ont franchi le massif de Beaucaire existe une fissure connue sous le nom de *Roque-partide*, où passait l'ancienne voie romaine, dont les faces verticales sont également polies, mais sans aucune apparence de stries.

M. Pomel met sous les yeux de la Société des échantillons de végétaux fossiles des environs de Paris, et lit la note suivante :

Note sur des végétaux fossiles nouveaux découverts dans le calcaire grossier des environs de Paris, par A. Pomel.

En 1828, époque à laquelle M. Ad. Brongniart fit paraître son *Prodrome* d'une histoire des végétaux fossiles, la flore du calcaire grossier parisien ne comptait qu'un bien petit nombre d'espèces, et encore la plupart d'entre elles n'étaient que très imparfaitement connues et rangées parmi les fossiles de famille incertaine. Ces dernières étaient les *Phyllites linearis*, *P. nerioides*, *P. mucronata*, *P. remiformis*, *P. retusa*, *P. spathulata*, *P. lancea*; les *Culmites nodosus* et *ambiguus* et des *exogenites*. Les espèces mieux déterminées étaient réduites à quatre : *Equisetum brachyodon*, *Caulinites parisiensis*, *Pinus Defranci*, *Flabellaria parisiensis*, auxquelles il faudra joindre le *potamophyllites multinervis*, qui appartient aussi à la même flore. C'était donc un total de quinze à seize espèces dont une seule, le *caulinites* pouvait alors être considérée comme marine, ce qui constituait une véritable anomalie au milieu de la multitude de corps marins (mollusques et zoophytes) renfermés dans ce terrain, et surtout par la comparaison avec la flore contemporaine de Monte-Bolca, si riche en algues et en naïades marines.

Depuis lors cependant, M. Brongniart a découvert un fucoïde, annoncé l'existence de plusieurs caulinites, et considéré les deux culmites de cette flore comme ayant appartenu à des zostera (*Dictionnaire* d'Orbigny, art. *Culmite*, *Caulinite*). Plus récemment, M. Unger, dans son *Chloris protogæa*, a rangé ces deux espèces dans le genre *Caulinites* à cause de leur ressemblance avec les tiges de certaines naïades de la mer Rouge, les *Thalassia*. Si nous ajoutons à cela la découverte de gyrogonites, d'un palmier (prétendu yucca) et de feuilles, faite par M. E. Robert dans les carrières de Passy, nous aurons réuni tout ce qui avait été fait et dit jusqu'à ce jour sur la végétation enfouie dans le calcaire grossier de Paris.

De nombreuses excursions, faites tout récemment dans le but unique d'étendre nos connaissances sur cette branche de la paléontologie, m'ont procuré de nombreux échantillons, dont la plupart ont été déposés aux galeries du Muséum, et où j'ai reconnu des espèces totalement nouvelles et très intéressantes par les formes auxquelles elles ont appartenu. C'est dans les mêmes couches où M. Al. Brongniart avait depuis longtemps reconnu l'existence de nombreux débris végétaux regardés alors, pour la plupart, comme indéterminables, que nous avons recueilli les

pièces les plus intéressantes. Ces couches sont les premières qu'on rencontre au-dessus du calcaire chlorité, et c'est entre les divers bancs pétris de miliolithes, dans les marnes un peu fissiles qui les séparent, que les empreintes sont plus nombreuses et souvent plus parfaitement conservées. Dans bien des cas cependant, la nervation des feuilles a totalement disparu, surtout lorsque la texture de la roche est trop grossière, ce qui rend souvent très difficile leur détermination exacte.

L'abondance de ces débris dans le calcaire grossier varie considérablement à de petites distances et dans les quelques bancs où on les rencontre; à Passy, par exemple, et dans une seule des carrières de Vaugirard, on les trouve en grande quantité, mais malheureusement dans un état très imparfait, dans une couche assez épaisse de marne sableuse avec rognons de silex et coprolithes signalés pour la première fois par M. E. Robert. Dans une autre carrière de Vaugirard, les *Caulinites* et les *Fucoides* se trouvent surtout dans les marnes qui recouvrent le banc superposé à la couche précédente; un peu plus loin au S.-O., à la carrière Royale, c'est encore dans une couche séparée de la précédente par deux ou trois bancs, dont un est presque entièrement formé de moules de coquilles, où on remarque comme plus fréquents, des fragments du *Cerithium giganteum*, le *Voluta Harpa*, le *Crassatella tumida*, etc., que les empreintes sont plus nombreuses et cependant moins variées. Dans cette carrière nous avons observé un fait curieux qui nous prouve que les végétaux, la plupart marins, du calcaire grossier, ont en grand nombre végété à la place même où on les trouve; car le *Caulinites Brongniartii* traverse verticalement une couche entière et non pas accidentellement, puisque sur une tranchée de 3 à 4 mètres d'étendue horizontale, on pourrait peut-être compter plus de cinquante individus ainsi disposés, et aucun au contraire placé horizontalement; du moins c'est le cas qui s'est offert à nous. Du reste, quelques individus faisant exception ne pourraient donner lieu à aucune objection, car ils pourraient certes bien être considérés comme des fragments de tiges arrachés à leur souche rampante, dont la position à la surface du fond de la mer rend très facile leur arrachement par le mouvement de l'eau. La couche immédiatement au dessus présente au contraire un grand nombre d'impressions du *Caulinites grandis* qui ont certainement végété sur place; mais comme cette espèce a ses tiges toujours rampantes, elles sont disposées presque horizontalement, en se relevant toujours d'un côté, qui a dû être celui du développement de la plante. A la vérité, le ca-

ractère propre à faire reconnaître cette espèce et même le genre a ici disparu, le vide laissé dans la couche par la décomposition de la substance végétale ayant été rempli par de l'argile mêlée au détritux charbonneux qu'elle a laissé; mais on ne peut la différencier d'empreintes semblables, disposées de même dans les couches et ayant conservé tous leurs caractères spécifiques, que nous avons trouvées en abondance aux environs de Gentilly et de la Glacière.

Entre Vaugirard et les murs d'enceinte près du chemin de fer on ne trouve d'empreintes que dans une très mince couche d'argile verte, devenue noire sur certains points par son mélange avec les débris tout-à-fait désorganisés des plantes qu'elle renferme.

Plus près d'Issy on retrouve la même argile séparée du calcaire chlorité par une seule couche pétrie de miliolithes. Elle renferme un grand nombre de tiges un peu moins altérées et qui semblent être des fragments de *Caulinites*.

A une centaine de mètres de distance, une carrière montre une seconde couche argileuse séparée de la précédente par un banc de calcaire; mais ici les débris sont encore plus nombreux et un peu plus reconnaissables, ce sont surtout des *Fucoïdes*, des *Caulinites* et des feuilles qui présentent le caractère des *Zostérites* de M. Brongniart et qui ont sans doute appartenu à quelques unes des espèces de *Caulinites*, ou peut-être à d'autres naïades à tiges herbacées qui se sont plus difficilement conservées. Là on trouve aussi des tiges en place, mais altérées, de *Caulinites grandis*. Cette dernière carrière nous a montré un épaissement de cette couche d'argile, dû à l'existence d'une petite dépression à la surface de la couche sur laquelle elle s'est déposée. Les débris végétaux y sont encore bien plus abondants et produisent une espèce de lignite ou plutôt d'argile charbonneuse qui renferme aussi des coprolithes, des débris de poissons et de très petits grains de résine fossile.

Presque tous les fossiles reconnaissables sont des *Fucoïdes*, des *Caulinites* et des *Zostérites*, c'est-à-dire des plantes marines; on y trouve cependant quelques morceaux de bois, probablement de conifères. La longueur de cet accident n'a pas plus de 15 à 20 mètres et semble avoir été mis à jour tout récemment. L'exemple remarquable de tiges en place dans une carrière voisine nous fait croire que ces plantes marines, qui composent presque entièrement le lignite, ont végété sur place pendant assez longtemps et que rampant à la surface du fond, ou s'y déposant après avoir

vécu, elles y étaient successivement recouvertes par l'argile qui se déposait, jusqu'à ce que la formation plus rapide d'un banc calcaire soit venu y détruire la végétation en la recouvrant d'une masse épaisse de détritns aride et de coquilles microscopiques.

Un grand nombre de ces fossiles végétaux sont en outre très intéressants par les zoophytes qui s'y étaient attachés comme cela arrive dans les mers de nos jours; ce sont principalement des Escares, des Lichenopores, et un Orbitolithe d'une forme assez particulière, qui seront décrits par M. Michelin dans un supplément à son Iconographie zoophytologique.

En réunissant les espèces que nous avons observées à celles déjà connues nous aurons donc une flore plus normale, plus en rapport avec la nature du terrain auquel elle appartient, comme on pourra le voir par l'exposé que nous allons en faire.

Algues. — La plus remarquable des plantes que nous ayons recueillies est un Fucoïde que nous nommerons *F. Beaumontianus*, et qui est parfaitement caractérisé par sa fronde membraneuse, profondément pinnatifide, à lobes entiers, ovales, spatulés, ou quelquefois même un peu cunéiformes, naissant par une base très étroite, nombreux et comme imbriqués, par son stipe linéaire, comprimé, strié longitudinalement, et très allongé, qui, isolé, pourrait être confondu avec des Zostérites mal conservés.

D'autres fragments plus incomplets signalent une espèce voisine des Laminaria, à fronde plane, linéaire, assez large et parcourue par une nervure médiane, qui disparaît bien avant d'atteindre le sommet.

Les feuilles longues, obovales ou spatulées, et plus ou moins sinueuses et obtuses, signalées par M. Robert comme semblables à celles des palétuviers, semblent par leur seule nervure médiane épaisse et dont les déformations indiquent l'état cellulaire et non fibreux, avoir été une espèce de fucoïde voisine des Laminaria, et notamment du *Fucoïdes tuberculosus* de la craie de l'île d'Aix. Nous en avons même vu des échantillons dans la couche de lignite, qui ayant leur tissu conservé, n'ont présenté aucune autre nervure que celle du milieu, aucun réseau fibreux, mais au contraire une structure très semblable à celle des Fucoïdes de cette section. Mais il nous a été impossible d'en conserver des échantillons, qui se délitent tous promptement au contact de l'air un peu sec.

Un échantillon de la deuxième espèce montre en outre un petit Fucoïde parasite à fronde rameuse dont les divisions sont simples, cylindriques, égales, et paraissent avoir été coriaces.

Une autre espèce est encore indiquée par des frondes très ra-

meuses à divisions cylindriques, grêles, assez courtes et un peu renflées vers leur sommet; elle pourrait se placer près de l'*Intricatus* du terrain néocomien, dont elle diffère cependant beaucoup par des caractères spécifiques (*F. Dufrenoyi*).

Characées. — M. Robert a trouvé à Passy des graines de *Chara* qu'il dit être identiques au *Ch. medicaginula* des meulières.

Naiades. — Le *Potamophyllites multinervis* doit être placé dans cette flore; car il a été trouvé probablement dans le lignite de ce terrain et non dans l'argile plastique.

M. Unger a fait connaître deux *Potamogeton* de Monte-Bolca, qui diffèrent de celui-ci; les graines qui ont caractérisé pour lui le genre *Halochloris* sont probablement d'une de ces deux espèces et les feuilles celles d'un *Zostera* ou d'un *Cymodocea*.

Nous avons dit que M. Brongniart avait annoncé l'existence de plusieurs *Caulinites* dans le calcaire grossier parisien; nos recherches ont confirmé ses prévisions, et nous pouvons compter comme bien distinctes: 1^o le fossile décrit par Desmarest comme un zoophyte, qui est caractérisé par ses tiges très rameuses, renflées entre les insertions des rameaux et marquées de cicatrices de feuilles presque annulaires (*C. Desmaresti*); 2^o une espèce (*C. grandis*) à tiges moins rameuses, rampantes, non renflées, plus grandes et à articulations aussi très rapprochées; 3^o un *C. Brongniartii* à tiges plus grêles, rameuses, non rampantes, marquées de cicatrices semi-annulaires et plus espacées que dans les deux précédentes.

Quelques fragments indiquent une plante très semblable à celle nommée *Caulinites radobogensis* par M. Unger; mais il est un peu moins certain que ce soit une espèce du genre *Caulinia* proprement dit.

La position des *Caulinites nodosus* et *C. ambiguus* dans la famille des naïades est hors de doute; car la première espèce ressemble beaucoup aux tiges de *Thalassia ciliata*, comme l'a reconnu M. Unger. On peut donc, comme lui, les nommer provisoirement *Caulinites nodosus* et *Caulinites ambiguus*.

Nous rapportons à cette même famille, comme très voisine du *Cymodocea*, une plante à tige grêle, sarmenteuse, striée, presque dépourvue d'articulations, portant des rameaux qui sur notre échantillon sont tous du même côté, courts et pourvus de cicatrices de feuilles très rapprochées et presque annulaires (*Caulinites cymodoceites*).

Une autre plante plus curieuse ressemble à une feuille traversée par une seule nervure et linéaire, lorsqu'on ne la trouve qu'en

fragments; mais mieux conservée, elle présente une tige rameuse pourvue de cicatrices de feuilles presque annulaires plus rapprochées à l'origine des rameaux, et ensuite de plus en plus espacées à mesure qu'elles sont plus éloignées de l'origine. Elles ont dû être herbacées, traversées par un axe fibreux grêle, donnant des ramifications alternes qui se portent vers l'insertion des feuilles (*Caulinites herbaceus*).

Des feuilles nombreuses présentant tous les caractères de celles des plantes marines de la même famille ont probablement appartenu à quelques unes des nombreuses espèces indiquées par les tiges; pour ne pas multiplier les espèces nous nous contenterons donc de signaler des empreintes filiformes, très allongées (1 à 2 décim.), marquées de trois ou quatre nervures égales assez marquées, qui s'insèrent sur de petites tiges grêles, striées, partout des feuilles alternes assez espacées et qui rappelleraient un peu les formes du genre *ruppia*, si les bases des feuilles étaient un peu plus larges et renflées; ce sont probablement des débris d'une petite espèce de *Zostera* que nous désignerons sous le nom de *Caulinites zostéoroïdes* (le genre *Caulinites* renfermant provisoirement les tiges de toutes les naïades marines, comme l'a étendu M. Unger).

A Radeboy (Croatie), on a trouvé une autre naïade appelée *Zosterites marina* par M. Unger, et qui me paraît devoir être considérée comme les tiges précédentes, c'est-à-dire sans égard aux analogies qui ne sont pas très certaines (je n'ai du reste rien rencontré qui lui parût analogue) (*Caulinites Ungerii*).

Les naïades qui se montrent déjà dans les schistes bitumineux (*Zosterites aghardiana*), ont aussi laissé de leurs débris dans la craie inférieure (*Zost. orbigniana*, *bellonisana*, *elongata*, *lineata* de l'île d'Aix), et c'est surtout, comme on vient de le voir, dans les couches tertiaires qu'on en trouve le plus. L'Oolithe, qui n'en avait pas encore offert, paie aujourd'hui son tribut par une espèce bien remarquable qui a dû appartenir au genre *Caulinia* proprement dit, et par conséquent au genre fossile *Caulinites*. Nous en devons la connaissance à M. Michelin, qui l'a recueillie dans l'Oolithe moyenne aux carrières de pierre lithographique de Châteauroux avec le *Zamia Feneonis*, une ou deux conifères voisins des *Brachyphyllum*, des *Sphenopteris* et un *Fucoïde* voisin du *F. recurvus*. Les tiges de cette espèce, que nous nommerons *Caulinites Michelinii*, sont simples, plus ou moins épaisses, rampantes et tortueuses, revenant même quelquefois sur elles-mêmes. Elles portent des cicatrices de feuilles presque annulaires très rappro-

chées, et à leur partie inférieure de gros tubercules ou mame-lons équidistants disposés en une seule rangée d'où partaient sans doute les racines. Nous n'y avons vu aucune feuille qui puisse se rapporter à cette espèce, dont les débris ont cependant végété bien certainement sur place.

Palmiers. — Cette famille de plantes a laissé des traces assez remarquables de son existence ancienne dans les couches du calcaire grossier; les tiges constituent peut-être deux espèces dont une, plus anciennement trouvée par M. E. Robert dans les carrières de Passy, a été considérée par lui comme une libacée du genre *Yucca*; la forme des cicatrices des feuilles et les traces du déchirement de leurs faisceaux vasculaires ne permettent pas de séparer cette plante des *Palmacites*, dont elle constituera probablement une espèce distincte lorsqu'elle sera mieux connue.

Une autre tige, différente de la première par sa forme conique, est bien plus remarquable par sa belle conservation et sa forme particulière qui lui a valu le nom de *Palm. Coccoiformis* (Brongn. MSC.); elle a été trouvée dans le calcaire grossier près de Meudon et acquise par l'École des mines, dont elle orne les belles collections.

Les feuilles fossiles de Palmiers sont connues depuis plus longtemps dans les couches du calcaire grossier de Paris. De nouveaux échantillons mieux conservés ont complété ce que nous connaissions des formes du *Flabellaria parisiensis*. Plus récemment j'ai rencontré à la Glacière une empreinte qui semble indiquer une espèce différente par son rachis plus aigu et surtout plus oblique d'un côté, par son pétiole plus étroit, non strié et s'élargissant au sommet, mais analogue d'une autre part, par sa petite taille et le petit nombre de ses folioles.

Amentacées. — Cette grande famille, si abondante de nos jours en genres et en espèces, se trouve représentée dans la flore du calcaire grossier par une espèce du genre *Ulmus* différente de toutes celles que l'on connaît. La grandeur de son fruit, l'étendue de son aile membraneuse, qui est dépourvue de nervure et presque ronde, la forme ovale-lancéolée de son fruit le distinguent des *Ulmus bicornis*, *Prisca* et *Zelcovæfolia* de M. Unger, de notre *Ulmus Lamoithii* des terrains pliocènes d'Auvergne et de celle d'Armissan près Narbonne. Nous la nommerons *Ulmus Brongniartii*.

Phyllites (dicotylédones). — Nous avons retrouvé la plupart des feuilles figurées par M. Brongniart, dans la description géologique des environs de Paris, et nous avons observé quelques

formes nouvelles qui sont aussi indéterminables dans leurs rapports génériques avec les végétaux vivants : nous signalerons cependant une espèce qui s'est offerte avec ses nervures dans un fragment très incomplet et qui nous a présenté quelque analogie, peut-être éloignée, avec la nervation du *Protea melaleuca*.

Conifères. — Cette famille de végétaux, si remarquable par son abondance aux époques géologiques anciennes, n'a laissé dans le calcaire grossier parisien que des débris assez rares et bien fragmentaires; nous n'avons rien vu du *Pinus Defranci* anciennement trouvé à Arcueil; mais nous avons recueilli un fragment qui présente un cône assez semblable à ceux des *Thuja* et des débris mutilés de la plante décrite d'abord comme un *Equisetum* (*Brachydon*) par M. Brongniart, et que M. Unger a reconnu être une Conifère très voisine du *Thuja articulata* ou *Callitris quadrivalvis*; de nombreux rameaux, des fruits même ne permettent pas de révoquer en doute cette analogie, qui nous engage à faire de cette plante une simple espèce de *Callitris* sous le nom de *Callit. Unger* (*Thuytes callitrina* Ung., *Thuja nudicaulis* Brongn.). C'est probablement cette espèce dont M. Brongniart a parlé dans le *Dict. d'Orb.* comme appartenant au genre *Callitris*.

On voit par cet exposé rapide combien les caractères de cette flore locale ont changé à la suite de quelques recherches et combien de découvertes on doit s'attendre encore à faire dans cette partie de l'histoire paléontologique des environs de Paris.

Note additionnelle.

Depuis la rédaction de ce qui précède, j'ai continué mes recherches aux environs de Paris, et j'ai été assez heureux pour ajouter quelques espèces à celles que j'avais déjà signalées. Dans le calcaire grossier, proprement dit, j'ai recueilli un fucoïde à fronde rameuse filiforme, dont les rameaux simples portaient des globules agglomérés (conceptacles?) sessiles comme dans les *gigartina*, mais les tiges sont striées transversalement comme celles du *rhodomela penastroïdes*.

Une autre empreinte indique une espèce voisine des *Caulerpa* de la section des *Chauvinia* (*C. ericoides*). Elle présente de petites frondes peu rameuses, portant à leur sommet des feuilles ou petits rameaux ovoïdes aigus presque imbriqués, qui rappelleraient les formes du *Lomentaria ovalis*, si dans celle-ci leur état gélatineux pouvait permettre la conservation de leur forme ovoïde. Une souche épaisse, marquée de cicatrices presque annulaires, tuber-

culeuses et rapprochées, indique l'existence d'une naïade très voisine du *thalassia testudinum*.

Le *flabellaria parisiensis*, dont M. Brongniart avait dessiné un échantillon très imparfait et réduit à ses nervures, avait les lobes linéaires larges de 5 à 6 millimètres, longs de 3 à 4 décimètres, et formant un éventail très étroit en raison de leur petit nombre. Le *palmacites cocciformis* existe en assez grande abondance dans les carrières de Vaugrard, et nous en avons recueilli plusieurs échantillons assez bien caractérisés. Avec eux se trouve un fruit déformé, convexe sur une de ses faces, et ayant sa base comme trilobée, qui pourrait bien avoir appartenu à la même espèce ou à une autre espèce de palmier.

Nous considérons comme une espèce de Cyprès, des rameaux comprimés partant des feuilles opposées, disposées sur quatre rangs, comme dans ces végétaux et les thujas, mais différant de ces derniers par la disposition irrégulière des ramifications.

Si nous sortons du calcaire grossier, proprement dit, pour étudier les débris enfouis dans les terrains de mélange, c'est-à-dire dans ceux renfermant une grande quantité de débris terrestres et d'eau douce mêlés à des restes marins, nous trouvons, entre les gypses et les sables de Beauchamp, dans les calcaires plus ou moins siliceux et les marnes avec lesquelles ils alternent, le *caulinites parisiensis* (C. Desmaresti nob.) des fragments des autres naïades propres au calcaire grossier, et de plus un fucioïde assez semblable aux très petites variétés du *dictyota dichotoma*, dont je dois la communication à M. Rouault. Dans les bancs renfermant plus exclusivement des débris fluviatiles ou lacustres, existent de nombreux fruits de *Chara*, se rapportant aux espèces décrites par M. Brongniart, sous les noms de *Ch. Lemani*, *Ch. medicaginula*, et, en outre, une espèce remarquable par les tubercules qui hérissent sa surface; elle paraît assez analogue au *Ch. tubercula* de l'île de Wight, décrit par M. Lyell. De nombreux fruits semblent aussi indiquer une espèce différente ou seulement une variété plus lisse du *Ch. medicaginula*. Là aussi se trouvent de nombreuses feuilles linéaires sans nervures médianes plus marquées, offrant des nervures très rapprochées, parallèles, peu marquées et des côtes saillantes, parallèles qui ressemblent, au premier aspect, à de fortes nervures. On les a déjà comparées aux feuilles de typha, avec lesquelles elles ont certainement quelque analogie; de semblables empreintes ont été découvertes dans le Midi de la France, à Valréos (Drôme), avec des *Chara medicaginula*, et dans des cir-

constances géologiques assez semblables. C'est aux environs de la Glacière et de Clichy-la-Garenne, dans les fossés des fortifications, que nous avons recueilli tous ces fossiles.

Dans les grès et les sables inférieurs au calcaire grossier, on a aussi trouvé quelques débris de végétaux assez remarquables, dont nous devons la communication à M. Graves; ce sont : un *flabellaria*, décrit par M. Unger, sous le nom de *Fl. maxima*, d'après des échantillons de Radeboy (Croatie); la largeur de son pétiole semble coïncider assez bien avec celle des cicatrices pétiolaires du *palmaria echinatus* des mêmes terrains pour qu'on puisse penser que ces divers débris ont appartenu à la même espèce; un cône de pins qui paraît différer des espèces fossiles connues, mais dont on ne connaît pas la forme des disques des écailles; des rameaux mutilés présentant, par la forme de leurs feuilles, une certaine analogie avec les *Woltzia*, et par conséquent avec les *araucaria* ou les *cryptomeria*; mais des échantillons plus complets seraient nécessaires, et surtout des cônes, pour établir plus sûrement ces analogies.

Nous espérons pouvoir exposer plus tard les caractères de la flore de l'argile plastique, pour laquelle nous avons déjà des matériaux intéressants, que nous devons à l'obligeance de MM. Ruinat de Brimout et de Weigmann.

M. Elie de Beaumont met sous les yeux de la Société deux échantillons de basalte des environs d'Eisenach qui contiennent, outre beaucoup de péridot, plusieurs fragments *anguleux* de grès quarzeux passé, par l'effet de la chaleur du basalte, à un état jaspoïde. Le feldspath des basaltes (le Labrador) renferme des quantités d'alcali, d'alumine et de silice dans lesquelles la proportion de l'oxygène est comme les nombres 1, 3 et 6; le feldspath des granites (orthose ou albite) renferme des quantités d'alcali, d'alumine et de silice où la proportion d'oxygène est comme les nombres 1, 3 et 12. D'après cela, et en ayant égard à la présence du péridot dans le basalte et du quartz dans le granite, on voit que le basalte fondu doit être beaucoup plus avide de silice que le granite fondu. Or, le basalte ayant enveloppé des fragments *anguleux* de grès quarzeux, sans détruire même leurs angles, on ne doit pas s'étonner que des *cailloux roulés* de quartz aient pu être observés dans un granite; il ne faut pas oublier que

pour obéir complètement au jeu de leurs affinités, les substances soumises à l'action de la chaleur doivent être porphyrisées; les fragments un peu gros y échappent toujours facilement, et c'est ce qui fait que des cailloux de quartz passent quelquefois dans un haut-fourneau sans y être altérés et se retrouvent dans les laitiers.

M. Virlet répond à M. de Beaumont que les objections qu'il avait présentées dans la dernière séance, relativement au fait intéressant signalé par M. de Zippe, avaient d'autant moins pour but de le contredire, que lui-même a annoncé que depuis longtemps il considérait certains granites aussi bien que certains porphyres et autres roches réputées d'épanchement comme n'étant que des roches régénérées en place par métamorphisme (*Bull.*, 1^{re} sér., t. VI, p. 279 et 313; t. VII, p. 160 et 170; t. VIII, p. 307, et *Géol. de la Morée*, p. 300). Ainsi le granite porphyroïde de la Bâtie, route d'Albertville à Moutiers en Tarentaise, et la roche de Deville, dans les Ardennes, ne sont pour lui que des schistes d'origine sédimentaire, arrivés, soit par suite de leur composition particulière, soit par suite de toute autre cause, à un état de transformation extrême qui leur a fait perdre en grande partie leur schistosité, laquelle ne se fait plus sentir qu'en grand. (Réunions extr. de la Soc. en Savoie.)

M. de Beaumont croit que les parties fines ont pu seules se fondre, tandis que les cailloux restaient intacts par suite de leur volume.

M. Elie de Beaumont lit une lettre de M. le docteur C.-T. Jackson sur le gisement de cuivre et d'argent natifs des bords du lac Supérieur.

Boston, le 24 décembre 1844.

Depuis l'époque de ma dernière lettre, j'ai fait un voyage au lac Supérieur pour examiner les mines de cuivre de *Kewena-Point*, sur le rivage méridional de ce lac.

J'ai trouvé là une région minérale très intéressante. Le cuivre s'y présente généralement à l'état métallique, remplissant toutes les cavités d'un trapp amygdaloïde disposé en *dykes* très épais, coupant les couches du vieux grès rouge et du conglomérat, qui forment, dans cette partie, les bords du lac Supérieur.

Le cuivre se trouve à la fois à l'état de *cuivre métallique pur* et à l'état d'alliage d'*argent et de cuivre*, renfermant des spicules et des grains d'*argent pur* enveloppés dans sa masse, et de l'argent cristallisé en globules anguleux adhérents à la surface de l'alliage cuivreux. Quelquefois des veines d'*argent pur* coupent de grandes masses de cuivre contenant seulement à l'état d'alliage de $\frac{4}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$ d'argent; les veines paraissent alors s'être formées dans la masse par voie de ségrégation. J'ai trouvé des morceaux de cuivre et d'argent unis ensemble, de manière à pouvoir être aplatis sous le marteau en plaques minces, sans que la proportion de l'alliage y surpassât celle qui vient d'être indiquée. L'un des morceaux dont il s'agit était un nodule arrondi de l'amygdaloïde, et après avoir été aplati sous le marteau, il présentait une plaque formée de deux parties à peu près égales séparées par une ligne légèrement sinueuse : l'une des parties formée d'argent, et l'autre de cuivre, contenant deux parcelles d'argent nettement circonscrites.

Maintenant, si on vient à fondre au chalumeau une pièce telle que celle-là, le cuivre et l'argent s'unissent intimement, et il en résulte un alliage. Cependant, si on place un bouton d'argent et un de cuivre côte à côte sur le charbon, et qu'on fonde le cuivre le premier, on peut unir les deux boutons par leur surface, sans qu'ils se fondent beaucoup l'un dans l'autre, pourvu qu'on n'emploie aucun flux; mais un pareil état de choses ne pourrait s'être produit dans une masse de roches trappéennes en fusion, et on est forcé de supposer que l'argent s'est séparé du cuivre à une haute température par quelque loi de ségrégation inconnue.

On trouve aussi de l'*argent métallique pur* répandu en abondance dans la roche amygdaloïde en petits grains et en boutons de la grosseur d'un pois.

Les mineurs ont été mis à l'œuvre sur un des filons les plus riches, et nous verrons bientôt une grande quantité de métal riche provenant du lac Supérieur. L'alliage obtenu au fourneau ou par la voie sèche donne de 5 à 16 pour 100 d'argent. J'ai analysé dans une seule opération 50 livres (23 kilogrammes) de minerai, et j'ai obtenu pour résultats de gros boutons de cuivre pur et d'argent pur.

Parmi les choses curieuses que présente le trapp amygdaloïde, on peut citer de grands filons de *Datholite* (chaux boratée siliceuse) de trois pieds d'épaisseur (0^m,91), où les cristaux de *Datholite* contiennent de petites écailles de *cuivre pur*. Il existe aussi dans le trapp des filons de *Prehnite* de 3 à 4 pieds d'épaisseur (0^m,91 à 1^m,22) également remplis de petites spicules et paillettes

de *cuivre pur*. L'*analcyme*, la *laumonite*, le *spath calcaire*, se montrent à la ligne de jonction du trapp avec le conglomérat et le grès, et cette dernière roche est traversée par de nombreux filons de spath calcaire ayant de quelques pouces à 6 pieds de puissance. Du cuivre hydraté siliceux (*chrysocale*) et du silicate de cuivre noir se trouvent dans le conglomérat à *Copper Harbour*.

Je me suis procuré une masse de *cuivre pur* du poids de 16 livres (7 kilogrammes), provenant du lit d'une rivière.

Un bloc erratique de *cuivre*, pesant environ trois mille livres (1,360 kilogrammes), a été trouvé sur le conglomérat près de la rivière Onontaga. Il provient, suivant toute apparence, de la serpentine de l'Île Royale, située au nord à la distance de 40 milles (64 kilomètres).

M. Elie de Beaumont présente à la Société, au nom de l'auteur, le *Final report of the geology and mineralogy of the state of New-Hampshire, with contributions towards the improvement of agriculture and metallurgy*, by Ch. T. Jackson, M. D. Il demande la permission d'en citer le passage suivant, qui lui a paru renfermer un fait curieux ; la traduction est textuelle.

« A quatre milles et demi du village de *Canaan*, dans le lieu nommé *Orange-Corner*, sur le côté occidental de la grande route, près du sommet du terrain élevé où se fait le partage des eaux qui coulent vers le continent et vers le Merrimack, il existe, dans un granite solide, une série de cavités profondes de la nature de celles appelées *Marmites des Géants* (*Pot Holes*). L'une d'elles, à cause de sa grande profondeur et de sa parfaite régularité, est appelée *le Puits*. Cette dernière a 4 pieds $1/4$ (1^m,29) de diamètre à la partie supérieure, et 2 pieds (0^m,60) au fond ; un côté a été enlevé de manière à laisser voir la partie concave d'un demi-cylindre. Depuis la partie supérieure du côté intact jusqu'au fond de la cavité, la profondeur est de 11 pieds (3^m,35), et sur la face opposée de la cavité qui s'arrête au niveau de la route, la profondeur est de 8 pieds (2^m,44). La surface usée, qui forme l'intérieur de ce *Pot Hole* ancien, est polie, et présente la même apparence que celle des *Pot Holes* d'origine plus récente observés à la cascade appelée *Belhows-Falls*. Les habitants du village voisin avaient enlevé les pierres, la terre et l'eau dont ce puits était rempli, dans le désir d'en voir tout l'intérieur, de manière qu'on avait une

bonne occasion d'examiner sa surface et sa profondeur. J'ai été informé (dit le docteur Jackson) que les pierres trouvées dans cette cavité étaient arrondies et polies, ressemblant ainsi à celles qu'on trouve habituellement dans les *Pot-Holes* à Bellows-Falls.

En explorant les environs immédiats, nous trouvâmes un grand nombre de cavités moins profondes, mais d'une nature semblable, et, sur la surface des rochers où on les avait mises récemment à découvert, nous observâmes de nombreuses *stries* du genre de celles qui font partie du phénomène erratique (*Drift Scratches*).

En examinant avec la boussole l'alignement des *Pot-Holes*, nous le trouvâmes dirigé parallèlement aux *stries*, savoir, du N. 10° E. au S. 10° O., ce qui semble indiquer que les *stries* ont été produites par le même courant qui a creusé ces profondes cavités dans le rocher. Sur les côtés E. et O. de ce passage de montagne, il y a des élévations rocheuses, mais aucun cours d'eau issu de ces élévations n'a certainement passé sur l'emplacement des *Pot-Holes* qui forme le point de partage entre les filets d'eau tributaires du Connecticut et ceux tributaires du Merrimack, et qui est élevé de 900 à 1,000 pieds (274 à 305 mètres) au-dessus de ces rivières, ou de 1,229 (375 mètres) au dessus de la mer. On n'a pas mentionné (en Amérique) de *Pot-Holes* appartenant à l'époque erratique, et leur absence a conduit quelques géologues à nier que l'eau ait joué un rôle dans le charriage du N. vers le S. des blocs erratiques et des terres qui les accompagnent. D'après cela, la découverte actuelle pourra offrir de l'intérêt, car, non seulement elle prouve que les eaux ont autrefois ruisselé sur la surface des roches de ce col élevé, mais en outre, comme les excavations sont beaucoup plus profondes que celles qui ont été produites d'une manière semblable par les chutes d'aucune de nos rivières modernes, une durée beaucoup plus longue doit être attribuée aux anciens courants qui leur ont donné naissance. La roche est aussi dure ici qu'elle l'est aux chutes de *Bellows-Falls*, où il est rare de trouver des *Pot-Holes* de plus de 3 pieds (0^m.91) de profondeur, et cependant ces chutes ont été en action depuis une période antérieure de beaucoup à la création de l'homme, ayant commencé à exister peu de temps après que cette partie du continent a été élevée du niveau de l'Océan à sa hauteur actuelle. Il faudrait que la contrée eût une configuration toute différente de celle qu'elle présente aujourd'hui pour qu'aucune rivière pût passer par ce col. Le Connecticut et le Merrimack devraient s'élever de 1,000 pieds (305 mètres) pour que leurs eaux pussent couler sur ces montagnes. La présence d'un glacier pourrait avoir donné

naissance à une cascade, mais les glaciers ne sont pas assez stationnaires pour produire de pareils effets. Je suis disposé à regarder les phénomènes décrits ci-dessus comme ayant été le résultat de l'action longtemps continuée d'une rivière coulant par le col, à une époque où le terrain n'avait pas atteint sa hauteur actuelle au-dessus de la mer, et présentait une configuration différente qui donnait une direction correspondante aux cours d'eau.

Depuis cette découverte, j'ai appris de M. John Mac-Duffie que d'anciens *pot-holes* ont été trouvés entre Plymouth et Neutwarth, à 3 milles de cette dernière ville, ainsi que près de Winchester, où ils ont été mentionnés par M. Evi Pierce, et dans le Vermont, près d'Onion River. Je ne doute pas qu'on n'en trouve dans beaucoup d'autres localités quand l'attention sera appelée sur ce sujet, car ils peuvent aisément rester inaperçus quand ils sont remplis de terre.

M. Élie de Beaumont rappelle que des marmites de géants (*pot-holes*) liées au phénomène erratique ont été observées en Suède et en Finlande, et que des cavités analogues ont été décrites dans les calcaires de la Suisse par M. de Charpentier et M. Agassiz.

M. Martins y répond par la communication suivante :

Note sur une marmite de géant dans le lit de l'Arve à l'entrée de la vallée de Chamonix, par Ch. Martins.

À l'entrée de la vallée de Chamonix, en face du village des Ouches, l'Arve est traversée par un pont. Un peu en amont de ce pont et sur la rive droite du torrent, se trouve une marmite de géant (*pot-hole*) creusée dans un talcschiste vert (serpentine talqueuse). La partie supérieure de cette cavité est cylindroïde. L'ouverture a 2 mètres de diamètre, et la flèche de sa courbure intérieure est de 0^m,4. Elle était remplie de sable jusqu'à 1 mètre au-dessous de l'orifice; sur ce sable se trouvaient cinq gros blocs de protogine arrondis et polis par le frottement. L'intérieur de la cavité était aussi parfaitement lisse et poli.

À l'époque où je l'examinai (23 août 1844), l'orifice de cette cavité était à 3 mètres environ au-dessus du niveau du torrent; mais comme le lit de l'Arve est extrêmement encaissé dans ce point, il est incontestable que dans les grandes crues du prin-

temps, les eaux doivent s'élever au-dessus du niveau de cet orifice. En face de cette cavité, sur la rive droite de la rivière, on remarque dans le lit une grande surface de la même roche et toute sillonnée par l'action des eaux. Les sillons ou gouttières ne sont pas *rectilignes*, les arêtes qui les séparent sont arrondies ou tranchantes, çà et là on observe des cavités coniques. Partout la roche est lisse et polie, aussi bien dans ses parties creuses que dans celles qui sont convexes. Nulle part on n'observe de stries.

En aval, à quelques mètres au-dessus de ce *pot-hole*, toutes les roches présentent de larges surfaces planes et polies sans gouttières et sans cavités coniques ou arrondies; ces surfaces sont striées. Les stries sont rectilignes, sensiblement parallèles entre elles et à l'axe de la vallée. Toutefois elles remontent un peu comme si la force qui les a produites avait agi suivant la résultante de deux forces, dont l'une très grande était parallèle, l'autre beaucoup plus faible, perpendiculaire à l'axe de la vallée. En aval de ces surfaces, sont trois gros mamelons arrondis en amont, escarpés en aval. Ces mamelons sont formés d'une phyllade à feuillets très minces et très fragiles. Si l'on enlève le gazon qui recouvre la roche, on reconnaît dans beaucoup de points qu'elle est polie et striée. Les stries sont rectilignes, très fines et parallèles à l'axe de la vallée. Souvent aussi on remarque des sillons ou cannelures peu profondes également rectilignes et parallèles aux stries. Ces trois mamelons sont couverts des blocs de protogine gigantesques. Ces blocs sont souvent suspendus dans des positions et sur des pentes si inclinées, que la force qui les a amenés dans ce point a dû les déposer doucement et non les charrier avec impétuosité. Leurs angles et leurs arêtes sont parfaitement conservés; du reste, ces blocs remontent sur les flancs de la montagne au pied de laquelle l'Arve a creusé son lit, jusqu'au-dessus du hameau de Beté, qui est à 395 mètres au-dessus du niveau de l'Arve près du pont, et à 1350 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les roches polies et striées remontent presque à la même hauteur, et correspondent à celles que l'on trouve de l'autre côté de la vallée, quand on traverse le Forclaz de Saint-Gervais. La même force qui a poli et strié les mamelons arrondis en amont qui bordent la rive droite de l'Arve, au-dessous du pont des Ouches, a imprimé des formes semblables et gravé les mêmes stries sur celles qui se trouvent entre les Montées et le village de Servoz, dans la gorge qui mène de la vallée de Sallanche à celle de Chamonix. Ces modifications dans le relief des différentes parties du sol me paraissent dues à l'action de l'immense glacier qui sortait

autrefois de la vallée de Chamonix et s'étendait jusqu'au bassin de Leman, dans le voisinage de Genève.

M. de Collegno rappelle qu'il a signalé, il y a deux ans, l'existence près d'Alby d'excavations cylindriques analogues à celles de Canaan et de Bellows-Falls. Le Tarn forme à son entrée dans la plaine d'Alby une cataracte qui est connue sous le nom de *Saut-de-sabot* ; cette cataracte tombe de 20 mètres de hauteur dans une gorge fort étroite qui a environ 300 mètres de long et qui est creusée dans le micaschiste qui constitue le fond de la vallée vers l'est. Une grande partie de l'eau du Tarn est dirigée par un barrage vers l'aciérie qu'on a établie depuis quelques années sur la rive gauche du fleuve, vis-à-vis du village de Saint-Juery ; l'eau surabondante se décharge habituellement par la cataracte, et il existe des deux côtés de la rivière une sorte de plateau formé par la tranche des couches de micaschiste qui semble barrer le fleuve et que l'eau ne recouvre que dans ses plus grandes crues, quand elle s'élève au-dessus du barrage. « Lorsque je » visitai le Saut-de sabot, dit M. de Collegno, je venais de » quitter les Pyrénées, et je fus frappé de la ressemblance » qui existe entre la surface des micaschistes sur lesquels a » coulé et coule encore quelquefois le Tarn et celle des micaschistes de la vallée du Lys près de Luchon. Ce sont les » mêmes stries, les mêmes sillons, le même poli : ce poli est » si parfait au Saut-de-sabot qu'on ne peut y marcher qu'avec » quelque précaution : mais ce qui est particulier à cette dernière localité, c'est que la surface de la plate-forme de micaschiste est criblée d'érosions verticales plus ou moins » profondes dont le diamètre varie depuis quelques décimètres jusqu'à un mètre. On a cru pouvoir expliquer » l'existence des surfaces polies de la vallée du Lys en disant que le glacier de Crabioules arrivait jadis jusqu'à Luchon : je ne pense pas qu'on soit tenté d'admettre une » explication analogue pour la vallée du Tarn ; mais d'ailleurs les employés de l'aciérie m'ont dit que le nombre et les dimensions des *caves* variaient à chaque crue de la » rivière, et la même chose m'a été répétée par tous ceux des

» habitants de Saint-Juery que j'ai interrogés. On m'a mon-
 » tré des excavations de deux ou trois décimètres qui auraient
 » été produites lors de la dernière crue, et j'ai dû me con-
 » vaincre que le passage violent d'une grande masse d'eau
 » sur la surface horizontale de la plate-forme de micaschite
 » suffisait pour déterminer la formation d'excavations cy-
 » lindriques qui pouvaient atteindre les plus grandes dimen-
 » sions.

» J'ai eu l'occasion depuis, continue M. de C., de reconnaî-
 » tre un fait analogue dans une autre localité. La Dordogne
 » a un cours si rapide au-dessus de la Linde, qu'on a été
 » obligé de creuser un canal latéral pour que la navigation
 » ne fût pas interrompue entre Bergerac et Pouillac. Dans
 » de très basses eaux, la rivière tout entière coule aux ra-
 » pides de la *Gratuse* et de *Pescarou* dans un canal très
 » étroit, et son lit habituel reste à découvert. M. Ch. Des-
 » moulins, qui demeure au château de Lanquais, tout près
 » de la Linde, a bien voulu me communiquer les observations
 » qu'il avait pu faire à plusieurs reprises sur les accidents
 » que présente l'été le lit de la Dordogne, ainsi que les des-
 » sins qu'il en avait pris, et j'ai reconnu des excavations cy-
 » lindriques entièrement analogues à celles du *Saut de sabot*;
 » seulement, celles de la Dordogne sont creusées dans un
 » calcaire à *Hippurites* fort dur, le même qui est exploité
 » tout près aux carrières de Léna, et qui est bien connu par
 » les descriptions zoologiques de M. Desmoulins. »

M. Elie de Beaumont communique à la Société un passage
 d'une lettre de M. le professeur J.-D. Forbes, d'Edimbourg,
 relatif à des expériences faites par M. le professeur Gardon,
 de Glasgow, sur la poix (*pitch*). « La poix, quoique assez
 » dure pour être cassante même en été et se briser avec une
 » fracture conchoïdale, coule cependant graduellement
 » comme un glacier en affectant la même forme et en pré-
 » sentant dans sa structure des bandes dues au mouvement
 » différentiel (*structural bands of differential motion*) et un
 » plongement frontal (*frontal dip*). »

M. Elie de Beaumont fait remarquer que cette observation
 peut trouver son application non seulement dans la théorie des

glaciers, mais aussi dans celle des roches éruptives qui sont venues au jour dans un état pâteux plus ou moins voisin de la solidité.

M. Martins dit qu'au Faulhorn il a observé des lignes courbes en sens inverse de celles indiquées par M. Forbes; il n'admet pas la plasticité des glaciers.

Le secrétaire communique les procès-verbaux de la réunion extraordinaire à Chambéry.

Le secrétaire commence la lecture d'un mémoire de M. Cattullo.

Séance du 17 mars 1845.

PRÉSIDENTENCE DE M. ELIE DE BEAUMONT.

M. Raulin, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le comte Alexandre SPADA LAVINJ DI MACERATA, résidant à Osimo, près Ancône (Etats du pape), présenté par MM. Orsini et Viquesnel;

WARBURTON, membre du parlement, résidant à Londres (Angleterre), présenté par MM. le vicomte d'Archiac et de Verneuil.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

De la part de M. Mauduyt, *Herpétologie de la Vienne*; in-8°, 62 p. Poitiers, 1844.

De la part de M. Le Touzé de Longuemar, *Terrains crétacés inférieurs compris entre l'Yonne et l'Armanche, comparés à leurs équivalents géologiques de la rive gauche de l'Yonne* (Extr. de l'Annuaire du département de l'Yonne, 1844); in-8°, 8 p. I pl. Auxerre, 1845.

De la part de M. Victor Raulin, *Note sur un nouveau genre*

de gastéropodes (Deshayesia) *du terrain tertiaire du bassin de Paris* (Extr. du Magasin de zoologie, d'anatomie comparée et de palæontologie de M. Guérin-Meneville; 12^e livraison, année 1844).

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*; février 1845.

De la part de M. L. Agassiz, 1^o *Monographie d'Echinodermes vivants et fossiles*, 4 livraisons in-4^o, texte et planches; avec *l'anatomie du genre Echinus*, par Valentin, 9 pl. in-f^o. Neufchâtel, 1838, 1841, 1842.

2^o *Etudes critiques sur les mollusques fossiles*; 3 livraisons in-4^o, texte et planches; Neufchâtel, 1840-1842.

3^o *Histoire naturelle des poissons d'eau douce de l'Europe centrale*; in-8^o, t. 1^{er}, 326 p. avec atlas de planches in-f^o; Neufchâtel, 1842.

4^o *Etudes sur les glaciers*; in-8^o, 346 p. et atlas de pl. in-f^o; Neufchâtel, 1840.

De la part de M. Joseph Bergmann, *Untersuchungen*, etc. (Recherches sur les Francs-Valaisans dans le canton des Grisons et le Voralberg); in-8^o, 108 p. 1 carte, Vienne 1844.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1845, 1^{er} sem^e, t. XX, n^{os} 9 et 10.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux; t. XII, 3^e liv., 25 février 1843.

Mémoire de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles lettres du département de l'Aube; n^{os} 87 et 88, 3^e et 4^e trim. 1843, et n^{os} 89 et 90, 1^{er} et 2^e trim. 1844.

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers; 5^e vol., 3^e livraison, 1844.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, travaux du comice horticole de Maine-et-Loire, 3^e vol. n^o 20, 1844.

Annales de l'Auvergne; t. XVII, mai à novembre 1844.

L'Echo du monde savant; 1845, n^o 19.

L'Institut; 1845, n^{os} 584 et 585.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève; t. X, 2^e partie 1844.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; 1835, n^o 6 ;

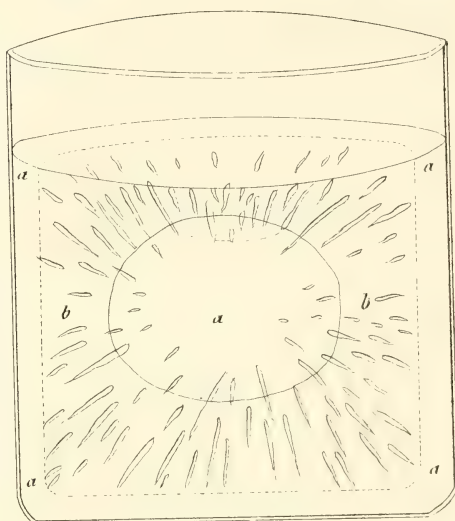


Note sur une Gêlée de glace par M.M. Danger et Viquesnel

Fig. 3.

$\frac{1}{2}$ grandeur

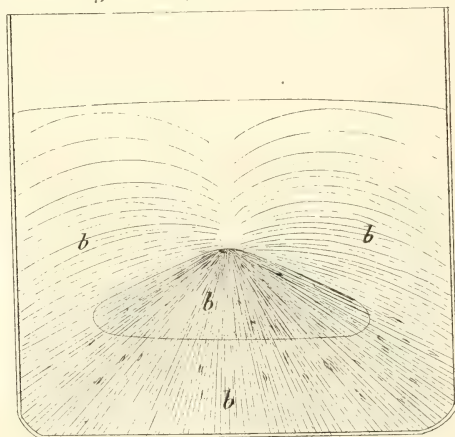
Fig. 1 $\frac{1}{2}$ grandeur



aa Partie liquide

bb Partie en glace solide

Fig. 2. $\frac{1}{2}$ grandeur



1835-1836, n° 7; 1836, n° 9; 1836-1837, n° 10; 1837, n° 11; 1837-1838, n° 12; 1841-1842, n°s 19 et 20.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XV, partie II, 1841-1842.

Philosophical Transactions of the royal Society of London, 1841, partie 1-2, 1842, partie 1.

List of the royal Society of London; 30 novembre 1841.

Catalogue of the library of the royal Society of London; in-8°, 265 p., London 1841.

Report of the eleventh meeting of the British Association for the advancement of science, held at Plymouth in July 1841; in-8°, 471 p., 7 pl. London, 1842.

The Athenæum; 1845, n°s 906 et 907.

The Mining Journal; 1845, n° 498.

Boletín oficial de minas de España (Bulletin officiel des mines d'Espagne), 1844-1845, n°s 15 à 18.

La Société reçoit encore de la part de 35 de ses membres l'ouvrage intitulé : *Recherches sur les poissons fossiles*, par M. Agassiz, 5 vol. in-4°, avec 5 cahiers de planches in-f°.

M. Viquesnel fait conjointement avec M. Danger la communication suivante :

Note sur une géode de glace remplie de liquide et sur quelques uns des phénomènes que présentent la congélation de l'eau et la fusion de la glace dans des vases de petite dimension, par MM. Danger et A. Viquesnel.

Dans la dernière séance, nous avons eu l'honneur de vous présenter un flacon renfermant un liquide dont la partie en contact avec les parois du vase et avec l'air était gelée, tandis que la partie intérieure avait conservé sa fluidité (voir Pl. VII, fig. 1^{re}). La glace *b* qui constituait la géode était limpide, incolore et parsemée de cavités tubulaires. Ces espaces remplis d'air convergaient de la circonférence vers le centre, se montraient en abondance à la partie inférieure, en très petite quantité sur les côtés et en assez grand nombre à la partie supérieure pour en diminuer sensiblement la transparence. Les tubes atteignaient au maximum une longueur de 2 centimètres. Le liquide intérieur *a*, d'une teinte

un peu jaunâtre, se trouvait complètement circonscrit par la glace qui décrivait alentour une enveloppe continue, d'une forme ovoïde, à paroi lisse. En inclinant le vase dans différents sens, on déterminait le déplacement de quelques bulles d'air qui sortaient des cavités inférieures, traversaient le liquide, se logeaient à sa partie supérieure et déprimaient sa surface.

Les faits que nous venons de décrire, causés par des *alternatives* de température, ont servi de points de départ à une série d'expériences que nous avons entreprises dans le but d'étudier quelques uns des phénomènes présentés par la congélation de l'eau et la fusion de la glace. Nous vous demandons la permission d'exposer le résumé de nos observations, avant de donner le résultat auquel nous sommes parvenus.

Phénomènes développés par la congélation. — Le flacon dont nous avons parlé, exposé à une température suffisante pour ramener son contenu à l'état liquide, a été de nouveau soumis à la congélation. Le liquide parfaitement limpide renfermait un dépôt noirâtre, rassemblé en gros flocons au fond du vase. L'intensité du froid que nous avons produit artificiellement a donné un résultat analogue au premier, sauf les modifications suivantes (voir Pl. VII, fig. 2) : les cavités remplies d'air étaient beaucoup plus effilées, plus serrées, plus nombreuses et réparties à peu près également dans toute la masse. Leur disposition en forme de tubes filamenteux donnait à la glace un aspect soyeux et troublait légèrement sa transparence. On distinguait une partie centrale, bombée en dessus, aplatie en dessous. Le dépôt floconneux noirâtre qui, dans la première expérience, existait en dissolution au milieu du liquide légèrement jaunâtre, se trouvait, dans la seconde, dispersé depuis le fond du vase jusqu'à 1 centimètre $\frac{1}{2}$ de hauteur et s'arrêtait à la limite inférieure de la partie centrale. Ce noyau, composé d'une glace poreuse, comme le reste de la masse, représentait assez bien le corps d'un clypéastre, avec cette différence que les ambulacres, figurés par les tubes de la glace extérieure, cessaient de converger vers le centre du noyau à partir de son sommet; de ce point jusqu'à la surface en contact avec l'air, les cavités rayonnaient d'un centre disposé le long d'un cylindre vertical et décrivaient une légère courbure en s'éloignant du point de convergence.

Ainsi dans le premier cas, les tubes se dirigeaient vers un point central placé au milieu de la masse et se trouvaient perpendiculaires, non aux parois cylindriques du vase, mais aux parois d'une sphère *idéale* dont la circonférence aurait coïncidé

seulement avec quelques points extrêmes du cylindre. Dans le second cas, il existait deux centres d'où les tubes divergeaient d'une manière très différente; l'un, comme dans la première expérience, émettait, vers le fond et vers les parois latérales du vase, ses rayons tubulaires, qui semblaient faire partie d'une sphère coupée par la moitié; l'autre centre, disposé autour d'une ligne verticale, semblait s'être opposé au développement de la seconde moitié du sphéroïde, ou plutôt la partie supérieure de la glace représentait cette seconde moitié dont le centre aurait été déplacé. Un éventail privé de sa charnière, déchiré en deux parties égales et plié en sens inverse, peut donner une idée approximative de la disposition que nous essayons de décrire. Les tubes légèrement arqués, qui partaient de ce dernier centre linéaire, rappelaient les nervures latérales d'une feuille de fougère dont le limbe serait avorté. Ils semblent établir un passage à la forme en fougère qu'on pourrait peut-être regarder comme une modification de la forme divergente régulière; en d'autres termes, comme étant le résultat du déplacement d'un axe central.

Dans la première expérience, le liquide avait gelé en repos dans l'intérieur du laboratoire; dans la seconde, le flacon soumis en plein air à un froid artificiel très intense, a été sorti de son mélange réfrigérant, au milieu duquel nous l'avons remis immédiatement jusqu'à parfaite consolidation du liquide.

L'eau de Seine filtrée, et même l'eau distillée, placées dans les mêmes circonstances, nous ont présenté, en se solidifiant, des arrangements moléculaires absolument semblables à ceux de la première expérience. Ce n'est donc pas à la présence accidentelle d'un peu de savon, de matières charbonneuses et de poussière dans l'eau du premier vase, qu'on peut attribuer les phénomènes précédemment décrits. Nous les avons obtenus, ces phénomènes, en abandonnant l'expérience à elle-même pendant un laps de temps plus ou moins long. Toutes les fois que nous avons agité le ballon dans le mélange réfrigérant afin de hâter la congélation, nous avons déterminé la formation d'une masse fibreuse, opaque, composée de couches concentriques dont les fibres étaient perpendiculaires aux parois du vase. Cette disposition diffère de la première en ce que les fibres paraissent être plutôt l'effet d'un groupement moléculaire que causées par l'interposition de l'air, dans des tubes capillaires; au reste nous n'avons pas cherché à éclaircir nos doutes sur cette question. Tantôt la glace, fibreuse, *opaque* et composée de couches concentriques, formait une enveloppe continue; tantôt elle ne revêtait que certaines parties plus ou moins étendues des

parois du vase. Les intervalles étaient remplis, soit par une glace *diaphane* parsemée de tubés divergents remplis d'air, soit par une glace *translucide* renfermant des dessins en feuilles de fougère.

Dans le cours de nos expériences, nous avons cru remarquer que l'eau distillée privée d'air par l'ébullition absorbe, en se refroidissant, ce gaz avec une extrême facilité. Maintenue en ébullition pendant vingt minutes dans des ballons à étroite ou large ouverture, et soumise à la congélation lorsqu'elle fut descendue à la température ambiante, elle se solidifia en une masse limpide parsemée de cavités tubulaires, comme l'eau qui n'a pas été purgée d'air. Le dégagement des bulles qui traversaient le liquide pendant la fusion de la glace démontre évidemment la présence du gaz, dont les tubes étaient remplis et dont *nous n'avons pas soumis les principes à l'analyse*. Nous sommes parvenus à empêcher la formation des pores divergents, en fermant, à l'aide du chalumeau, le col effilé du ballon, à la suite d'une ébullition prolongée. Dans cette circonstance, nous avons obtenu une masse translucide dans laquelle les molécules se groupent, de manière à représenter des feuilles de fougère.

Phénomènes développés par la fusion. — Le retour de l'état solide à l'état liquide, observé sur les vases soumis aux expériences précédentes, nous a offert les faits suivants : lorsque la masse est prise en totalité, la fusion s'opère de l'extérieur à l'intérieur ; mais pour peu que le centre de la masse ait échappé à la congélation, la fusion s'opère simultanément et à l'intérieur et à l'extérieur. L'action intérieure attaque les réseaux glacés qui traversent le liquide, ronge les aspérités et finit par produire une chambre ovoïde ou sphérique, à parois lisses et parfaitement déterminées. A mesure que la fusion avance, elle coupe les deux extrémités opposées des pores tubulaires disséminés dans la glace. L'air de ces cavités se dégage en petites bulles qui traversent le liquide intérieur ou extérieur, suivant la facilité qu'il trouve à prendre l'une ou l'autre direction. L'enveloppe glacée perd ainsi peu à peu son aspect soyeux et devient de plus en plus diaphane. Telle est l'origine de la géode que nous avons mise sous vos yeux.

La fusion simultanée de la partie centrale qui se trouve privée de communication avec l'air, tend à démontrer qu'une partie de la chaleur ambiante traverse la glace sans la fondre. Un fait actuellement bien connu de toutes les personnes qui s'occupent d'instruments de précision, vient à l'appui de notre opinion. L'expérience avait appris, depuis plus de quinze ans, à l'un de nous

(M. Danger), qu'il ne suffisait pas de plonger un thermomètre dans la glace réduite en bouillie, pour obtenir la température constante qui forme le zéro de l'échelle thermométrique centigrade. Le zéro des instruments qu'on établirait, sans prendre certaines précautions indispensables, pourrait varier d'un $1/2$ degré et au-delà (1).

Température du liquide intérieur. — Ces deux données nous ont conduits à l'expérience suivante, que nous avons entreprise dans l'intention de mesurer la température de l'eau renfermée dans la géode de glace : nous avons suspendu un thermomètre au centre d'un ballon d'essayeur, dont la capacité intérieure, jusqu'à la naissance du col, était de 50 centimètres cubes ou d'un vingtième de litre (voir pl. VII, fig. 3). Nous laissâmes le liquide se congeler et former une couche continue de plus d'un centimètre d'épaisseur. Ensuite l'appareil fut exposé, d'abord à l'ombre, puis pendant près d'une heure au soleil. Dans ces deux circonstances, la température ambiante étant de $15^{\circ} 1/2$ à l'ombre, le thermomètre du ballon oscilla plusieurs fois entre un $1/2^{\circ}$ et $3/4$ de degré au-dessus de zéro, et finit par se fixer à $1/2^{\circ}$. La petite capacité du vase, sa forme ovoïde et le contact presque immédiat de la couche de glace avec le thermomètre, qui n'en était séparé que par une mince lame de liquide, sont des circonstances qui nous paraissent être les plus favorables pour établir une température égale entre les parois glacées et l'eau contenue dans la géode. Les observations relatives à la détermination du zéro permettent de concevoir que, dans la même expérience exécutée sur une grande échelle, le thermomètre pourrait s'élever à plusieurs degrés au-dessus de la température de la glace fondante.

M. Melloni a démontré que les corps solides, échauffés par la température ambiante, facilitent, par leur contact ou leur voisinage, la fusion de la neige et de la glace. La fusion intérieure que nous avons observée ne peut tenir aux mêmes causes. Le liquide se trouve circonscrit de toutes parts et privé de communication di-

(1) M. Danger obtient le zéro thermométrique en plongeant ses instruments dans une bouillie d'eau et de glace triturée ; ce mélange est enveloppé de toutes parts d'une couche sèche de glace, réduite en petits fragments. Le tout est disposé au centre d'un système de parois minces alternativement blanches, peu conductrices, brillantes, etc. ; système dont l'emploi neutralise l'action de la chaleur environnante. Au moyen de ces précautions, on obtient en été un bain qui conserve pendant 24 heures une température invariable.

recte avec l'air. La chaleur ne peut lui arriver qu'à travers une couche continue de glace. L'absence ou la présence d'un thermomètre, c'est-à-dire d'un corps solide plongé dans le liquide, n'apporte aucune modification apparente au phénomène de fusion intérieure.

Conclusions.

Phénomènes développés par la congélation. — Dans certaines circonstances, l'eau ordinaire en se solidifiant forme :

1° Une masse *diaphane* dont la transparence se trouve altérée par des cavités cylindriques remplies d'air. Tantôt les tubes sont perpendiculaires à la circonférence d'une sphère, quelle que soit d'ailleurs la forme des parois exposées à la congélation ; tantôt ils décrivent une courbure et divergent d'un centre disposé sur la longueur d'un cylindre vertical, de manière à représenter un panache.

2° Une masse *translucide* dans laquelle se dessinent des figures analogues aux feuilles de fougère. Ces dernières se développent particulièrement dans l'eau privée d'air.

3° Une masse *opaque*, fibreuse et composée de couches concentriques dont les fibres convergent vers un centre unique. Cette disposition paraît avoir lieu sans interposition d'air et présente, d'après M. Desnoyers, une certaine analogie avec la texture des grêlons (1).

(1) Les observateurs ne sont pas d'accord sur la forme primitive de la grêle. M. Desnoyers a recueilli un grêlon formé d'une glace translucide, dont l'intérieur présentait plusieurs couches concentriques et des stries divergeant du centre à la circonférence. Les stries provenaient d'un groupement moléculaire et non de l'interposition d'un gaz. D'après cette observation, il pense que la forme primitive de la grêle est une sphère qui éclate en tombant. MM. Delcros, de Nœggérath, Elie de Beaumont, Virlet, etc., partagent cette opinion.

M. L. F. Kaemtz et d'autres observateurs considèrent la forme pyramidale comme étant la forme primitive de la grêle (Voir *Cours complet de Météorologie*, traduit et annoté par M. Ch. Martins, un vol. in-8°, Paris 1843). Les détails donnés par le physicien allemand peuvent se résumer de la manière suivante : les grêlons ont la forme d'une poire ou d'un champignon terminé par une surface arrondie, et présentent une masse opaque, analogue à la neige durcie. Les plus gros sont entourés d'une couche épaisse de glace et se composent de couches alternatives de neige et de glace. Tous les observateurs indiquent un noyau neigeux. Souvent les grains ressemblent à des pyramides sphériques ou pyramides à trois faces, terminées par une base qui est une portion de sphère. D'après M. Arago, les grêlons, formés de glace transparente, sont

La courbure des tubes et des feuilles de fougère nous paraît une modification de rayons rectilignes causée par le déplacement du centre de divergence.

Le liquide jaunâtre, contenu dans la géode de glace que nous vous avons présentée (voir pl. VII, fig. 1^{re}), a laissé déposer les substances colorantes qu'il tenait en dissolution. Il semblerait donc qu'une congélation lente, produite naturellement, les avait concentrées dans le liquide intérieur, puisque la glace enveloppante offrait une transparence parfaite.

L'eau distillée et privée d'air par l'ébullition présente les mêmes groupements moléculaires, à moins qu'on n'intercepte sa communication directe avec l'atmosphère.

Phénomènes développés par la fusion. — La fusion d'une masse de glace homogène s'opère extérieurement par les parois exposées à la chaleur ambiante; la fusion d'une masse de glace, dont le centre a échappé à la solidification, s'opère simultanément à l'intérieur et à l'extérieur. Nous pensons que la fusion intérieure dépend de la différence d'action de la chaleur sur l'eau, à l'état solide et à l'état liquide. On sait que la quantité de chaleur nécessaire pour fondre un kilogramme de glace à zéro, sans élever sa température, suffit pour faire passer un kilogramme d'eau de zéro à 75° de température ou, d'après de nouvelles expériences, à 79,1 (1); d'une autre part, on sait que les lois de la lumière et de la chaleur suivent une marche à peu près parallèle. Nous fondant sur ces principes généralement admis, nous pensons que la chaleur se partage en deux parties; l'une, absorbée par la glace, opère la fusion extérieure; l'autre pénètre la glace sans la fondre, de même que les rayons du soleil passent à travers le cristal sans élever sensiblement sa température. Cette dernière partie de chaleur, absorbée par l'eau, élève sa température et produit la liquéfaction des parois qui la circonscrivent de toutes parts. Il nous paraît naturel d'admettre, par analogie, que l'air contenu dans les cavités de la glace s'échauffe comme l'eau et produit des effets semblables.

La cause de fusion que nous venons de vous signaler doit

des gouttes de pluie qui tombent des nuages amenés par les vents du sud-est qui gèlent en traversant les couches refroidies de l'air qui avoisinent le sol (*Annales de Chimie*, vol. 33, p. 418).

(1) *Recherches sur la chaleur latente de la fusion de la glace*, par MM. de la Prévostaye et Paul Desains. (*Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, année 1843).

avoir, suivant toutes les apparences, une action sur les phénomènes qui se passent journellement sous nos yeux. Elle doit contribuer, pour une somme quelconque, à la fusion périodique annuelle des glaciers, à la fonte des neiges, etc.

Explication des figures de la planche VII.

Figure 1. L'espace compris entre les parois du vase et la ligne ponctuée représente le liquide produit par la fusion extérieure de la glace. L'espace désigné par la lettre *b* représente la glace et les cavités tubulaires dont elle est parsemée. A travers son épaisseur, on distingue, en *a*, l'intérieur de la géode, ses parois, figurées par une ligne noire à peu près circulaire, et le liquide contenu dans la cavité centrale et dont la partie supérieure est déprimée par des bulles d'air.

Figure 2. L'eau du vase est gelée en totalité. La glace renferme une multitude de tubes capillaires figurés par des lignes noires. La disposition de ces cavités détermine deux zones distinctes : dans la partie inférieure, leur convergence vers un point central produit une espèce de noyau en forme de champignon ; dans la partie supérieure, les tubes s'épanouissent en forme de panache.

Figure 3. Le réservoir du thermomètre plonge en *a* dans un espace rempli d'eau et circonscrit par une couche continue de glace désignée par la lettre *b*.

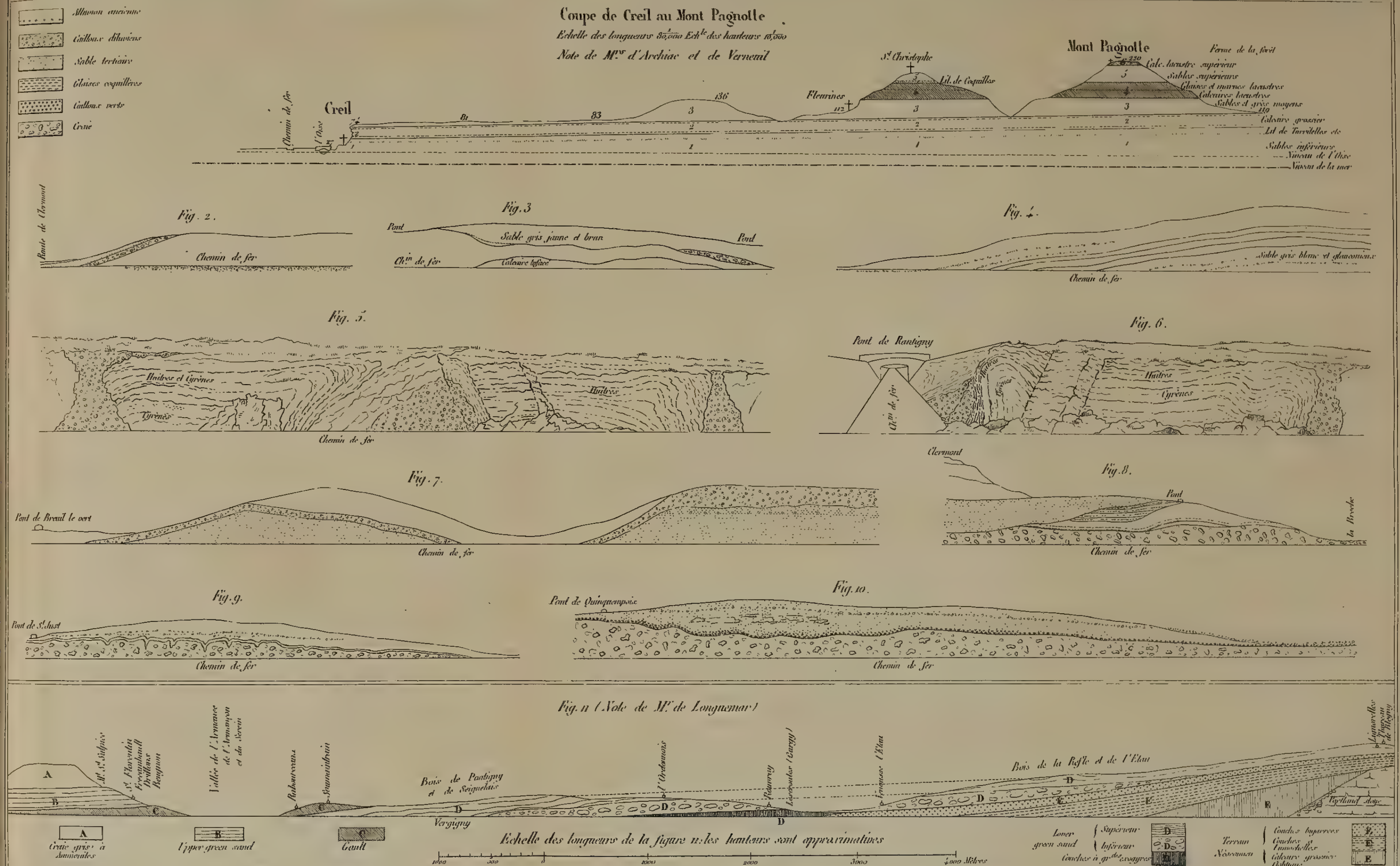
M. d'Archiac communique, au nom de M. de Verneuil et au sien, les observations suivantes :

Note sur une coupe du mont Pagnotte à Creil, prolongée en suivant le chemin de fer du Nord jusqu'à Tartigny (Oise).

La série des couches depuis le mont Pagnotte jusqu'au niveau de l'Oise, soit à Pont-Sainte-Maxence, soit à Creil, est la plus complète que présente le terrain tertiaire dans un rayon de 15 lieues autour de Paris. Les six groupes de ce terrain y sont parfaitement distincts (Pl. VIII, fig. 1).

Le sommet de la butte appelée le mont Pagnotte, située dans la partie N.-E. de la forêt de Hallate, dont elle est le point culminant, est formé par la meulière ou calcaire lacustre supérieur, avec graines de *chara medicaginula*. Son épaisseur est d'environ 6 mètres ; au-dessous (Pl. VIII, fig. 1) viennent les sables supérieurs constituant une crête dirigée O.-E. vers le signal de Villeneuve.

Dans la butte que surmonte le hameau et le château de Saint-





Christophe, on trouve, vers la base de ces sables, des marnes sableuses blanches, grises ou verdâtres remplies de coquilles, et déjà indiquées par M. Graves, dans son excellente *Statistique* (Annuaire du département de l'Oise, 1834, p. 14). Elles ont été mises à découvert dans la nouvelle tranchée du chemin qui descend sous le mur du château et qui se dirige au N. pour rejoindre la grande route. On y remarque, de plus, un lit très mince d'oolites brunes, peu régulières, généralement de forme ovoïde allongée, petites, dures et compactes, présentant à l'intérieur quelques zones concentriques et de petites cavités. Ces oolites sont composées de carbonate de chaux, d'argile et d'une assez grande quantité de fer hydraté.

Nous avons recueilli dans ces marnes sableuses deux ou trois espèces de Cérîtes, une Natice, un Cyclostome et une Cyrène. Ces coquilles, à l'exception de la Natice, y sont répandues avec une extrême profusion. C'est probablement la seule localité où un banc de coquilles ait encore été signalé dans cette partie du bassin, à la base des sables supérieurs; il correspond d'ailleurs à ceux qui sont depuis longtemps connus au centre et au S. du même bassin, surmontant les marnes du calcaire lacustre moyen.

De la discussion de ces espèces que nous indiquons ci-dessous (1),

(1) Un des Cérîtes paraît être une variété *minor* du *Cerithium Cordieri*, Desh., et se retrouve dans les sables de Housselt (Limbourg). Ce rapprochement, fait il y a déjà quelques années par M. Nyst, qui publie en ce moment un beau travail sur les fossiles tertiaires de la Belgique, et à l'obligeance de qui l'un de nous est redevable de beaucoup de fossiles de cette localité, nous paraît cependant devoir être examiné de nouveau. Quant à l'identité des coquilles des deux localités, elle est aussi complète que possible. Une seconde espèce nous semble exiger aussi une nouvelle étude, car elle a sans doute été confondue avec le *C. plicatum*, var. *a* Lam., dont elle diffère par les stries fines transverses, au nombre de deux, trois ou quatre, qui séparent toujours les rangées de tubercules, par le nombre de ces rangées, qui n'est que de trois au lieu de quatre, par la différence de grosseur et l'irrégularité des tubercules de chaque rangée, ceux de la première ou de la partie supérieure des tours étant ordinairement les plus gros et formant alors une sorte de spirale qui fait paraître la suture plus profonde. Cette espèce se rapprocherait encore de *C. neglectum*, Desh., et la figure et la description que donne M. Nyst de son *C. Galeotti* nous laisse dans l'incertitude sur l'identité de notre Cérîte avec celui qu'il a ainsi nommé. Cette coquille, très abondante dans les sables du Limbourg, se trouve aussi dans les faluns de Léognan, près Bordeaux.

Nous en avons séparé, quant à présent, mais seulement à titre de va-

il résulte que l'une d'elles et peut-être deux sont nouvelles; une troisième est très répandue dans les couches argilo-sableuses de Kleyn-Spauwen, de Tongres, etc., dans la province du Limbourg; elle se retrouve dans les faluns des environs de Bordeaux, mais sa présence dans le bassin de Paris nous paraît au moins douteuse; une quatrième serait une variété qui existe aussi dans le Limbourg et dont le type appartient aux sables moyens des environs de Senlis. La cinquième a son analogue dans le crag rouge du Suffolk, et enfin la sixième est identique avec une coquille du Limbourg et d'Erbach, que nous avons aussi trouvée dans le *plastic clay* des bords de la Tamise. Bien que les formes de la période tertiaire moyenne semblent dominer ici, on voit dans quelle incertitude on se trouverait si on n'avait, pour déterminer l'âge de cette couche, que les ressources de la zoologie.

Au dessous viennent les marnes et les glaises supérieures au gypse, qui manque dans cette coupe. Elles sont gris bleuâtre et donnent lieu à de nombreuses sources. Les calcaires marneux blanchâtres avec *Lymnæa longiscata*, *Planorbis rotundatus*, *Paludina pusilla*, leur succèdent plus bas, représentant l'étage inférieur du calcaire lacustre moyen ou calcaire de Saint-Ouen. La puissance de ces deux assises lacustres est d'environ 40 mètres.

Les sables et grès moyens constituent la base de tous les monticules de la forêt, qui reposent sur un plateau formé par le cal-

riété, parce que nos échantillons sont incomplets, une coquille qui s'en distingue par sa forme plus conoïde, par ses tours plus déprimés et par ses trois rangées de granulations, plus égales, plus fines et plus régulièrement espacées.

Le Cyclostome, que nous proposons de nommer *C. plicata*, diffère du *C. microstoma*, Desh., par sa forme générale plus courte, par le dernier tour beaucoup plus renflé, et surtout par les plis longitudinaux, réguliers, qu'on observe sur chaque tour, et qui disparaissent sur la base du dernier.

La Natica, dont nous ne possédons qu'un individu peu complet, nous paraît identique avec la *Natica glaucinoides*, Sow. (non Desh.), du crag rouge du Suffolk.

Enfin, la Cyrène se rapporte évidemment à la variété deltoïde de la *Cyrena semistriata*, Desh., coquille très répandue aussi dans les sables du Limbourg avec les Cérîtes précédents, qui a été trouvée à Erbach par M. Galeotti, et que nous ne pouvons distinguer d'une coquille que nous avons recueillie dans les sables argileux de l'étage des lignites à Depfort et à Woolwich, près de Londres. Cette espèce n'avait pas encore été signalée dans le bassin de Paris.

caire grossier. Celui-ci se relève sensiblement vers le N., et ce relèvement est de 38 mètres sur une distance de 12,800 mètres. A la jonction des deux groupes on trouve des marnes sableuses, gris bleuâtre, glauconieuses exploitées dans la petite plaine que traverse la route au N. de Fleurine. Elles paraissent représenter une partie des marnes du calcaire grossier, et les lier aux sables qui les surmontent. La limite de ces derniers est à très peu près celle de la forêt elle-même; au-delà, jusqu'à la descente de Creil, on marche sur le calcaire grossier recouvert d'une couche argileuse peu épaisse de l'alluvion ancienne.

L'escarpement qui borde la route en descendant à Creil, présente de haut en bas :

- | | |
|---|--------------------|
| 1° Calcaire fissile, sans solidité, sans stratification distincte, alternant avec des bancs plus réguliers et mieux suivis. | 8 ^m ,00 |
| 2° Calcaire en bancs épais, remplis de moules de coquilles (<i>Corbis pectunculus</i> , <i>Lucina variabilis</i> , etc.). | 6 ^m ,00 |
| 3° Calcaire grossier subschistoïde. | 0 ^m ,70 |
| 4° Calcaire sableux, jaunâtre, friable, formant une masse continue. | 5 ^m ,00 |
| 5° Marne et grès calcarifère ou calcaire sableux en rognons. | 4 ^m ,00 |

Dans l'escarpement qui borde le chemin de Pont-Sainte-Maxence, on voit au-dessous de ces couches :

- | | |
|--|---------------------|
| 6° Glauconie grossière et grès calcarifère glauconieux, gris ou jaunâtre. | 8 ^m ,00 |
| 7° Sable sans coquilles. | 1 ^m ,00 |
| 8° Sable calcarifère ferrugineux avec une grande quantité de <i>Turritella imbricata</i> , variété <i>b</i> , etc. | 2 ^m ,00 |
| 9° Sable glauco-ferrugineux, quelquefois gris, renfermant un banc de sable zoné de brun et avec des veinules de chaux carbonatée pulvérulente. | 10 ^m ,00 |

Ces sables se continuent jusqu'au bord de la rivière dont les berges ne paraissent pas atteindre le niveau des lignites.

Dans cette coupe, les caractères du calcaire grossier sont assez différents de ceux qu'on observe à 3 lieues au N., sur les côtés de la route en descendant de la forêt de Hallate à Pont-Sainte-Maxence, et dont M. Graves a donné une coupe dans sa Statistique (1). Dans cette dernière localité, les bancs sont fort épais, très réguliers et fournissent des pierres d'appareil de la plus grande dimension. Les moules de *Cerithium giganteum* y sont fréquents,

(1) *Annuaire du département de l'Oise*, 1834, p. 17.

tandis qu'à Creil, ils paraissent au moins très rares, si même ils existent. On a vu que sur ce dernier point, la roche est peu susceptible de fournir des pierres de taille, et que dans toute la moitié inférieure de l'étage, elle passe à un calcaire sableux, friable, massif, sans fossiles, qui repose sur la glauconie grossière. Celle-ci, à Pont-Sainte-Maxence, offre à peu près la même composition qu'à Creil, et qu'à Saint-Vast et Saintine, près de Verberie; elle repose également sur les sables inférieurs que caractérisent, comme partout vers le haut, le lit de *Turritella imbricata*, variété *b*, avec la *Neritina conoidea*, la *Nummulina planulata*, etc.

La tranchée du chemin fer en face de Creil, est ouverte dans l'alluvion moderne de la vallée; au-dessous, on observe un dépôt de transport jaune, argilo-sableux, avec coquilles brisées. En suivant le chemin, après avoir traversé la route de Clermont, on trouve, avant d'arriver au premier pont (Pl. VIII, fig. 2), le sable jaune précédent, se relevant et renfermant de petits rognons endurcis. Il atteint bientôt une épaisseur de 3^m,25. Des coquilles brisées et de petits fragments peu roulés de calcaire grossier inférieur, y sont disséminés çà et là. Le sol du chemin de fer est formé par le dépôt de cailloux diluvien du fond de la vallée. Ce sont des silex à demi roulés, généralement peu volumineux. Ces couches se continuent ainsi jusqu'après le troisième pont. Entre celui-ci et le quatrième, et avant Monchy-Saint Éloy (Pl. VIII, fig. 3), l'escarpement de gauche présente, sur une longueur d'environ 125 mètres et une hauteur de 4 mètres, un dépôt ressemblant assez à un fond de marais et formé d'une masse sableuse gris ou jaunâtre, zonée de brun avec des coquilles terrestres et lacustres analogues à celles qui vivent encore aux environs. Ce sont : *Lymnæa palustris*, variété *b*, *L. ovata*, *Planorbis marginatus*, *P. vortex*? *Paludina impura*, *Neritina fluviatilis*, *Helix nemoralis*, *H. hispida*, *H. rotundata*, puis des tubes cylindriques irréguliers d'un calcaire tufacé, ressemblant assez à des tubes de friganes et un os long de mammifère. Au-dessous, on voit une espèce de calcaire sableux, tufacé, friable, jaunâtre, avec les mêmes coquilles et des fragments de calcaire grossier peu roulés. Ce dépôt dont la stratification est ondulée et peu régulière, paraît s'être formé dans une dépression de l'alluvion ancienne dont il nous représenterait la dernière phase. Il recouvre le diluvium sur lequel on marche constamment et dont la pente générale, jusque près de Clermont, est sensiblement la même que celle du chemin de fer.

Entre Monchy et le pont de Sailleville (Pl. VIII, *fig.* 4), un escarpement de 7 mètres de hauteur a mis à découvert l'alluvion ancienne, présentant vers sa partie moyenne de petits lits de cailloux et de coquilles brisées, puis quelques zones brunes argilo-sableuses, et passant vers le bas à un sable gris-blanc avec points verts et cailloux. Le dépôt argilo-sableux s'abaisse ensuite, et avant Cauffry, les cailloux diluviens s'élevant à 1^m,25 au-dessus du chemin, reposent sur un sable glauconieux en place. A la hauteur du village, le dépôt de transport caillouteux continuant à s'élever, des sables glauco-ferrugineux tertiaires viennent affleurer au pied du talus. De ce point au pont de Rantigny, on observe toujours, suivant la profondeur de la tranchée, l'alluvion ancienne peu épaisse (1^m,25) avec veinules de cailloux à la base, puis au-dessous, le diluvium proprement dit, d'une épaisseur à peu près égale, et enfin des affleurements de sable tertiaire blanc un peu argileux. En s'approchant du pont, des glaises avec Cyrènes viennent s'intercaler entre ce sable et le diluvium pour disparaître bientôt après.

Au-delà du pont, le talus de gauche montre, sur une hauteur de 4 mètres et une longueur de 140 mètres, un accident remarquable; c'est un plissement des glaises avec Huîtres et Cyrènes et du diluvium de cailloux roulés qui les recouvrait régulièrement avant la dislocation. Cette disposition est représentée Pl. VIII, *fig.* 5 et 6. La *fig.* 5 est une vue prise de face, et la *fig.* 6 une vue prise obliquement par rapport à l'axe du chemin. Un élargissement de la voie en cet endroit a produit les angles que le talus présente à droite du dessin, et a permis d'apprécier toutes les circonstances du phénomène. Vu dans son ensemble, cet accident est compris entre deux massifs argilo-sableux d'alluvion ancienne. De chaque côté, une couche irrégulière et subverticale de cailloux diluviens s'interpose entre l'alluvion ancienne et la glaise tertiaire coquillière, puis vers le milieu, un troisième lambeau de cailloux, situé à l'angle saillant du talus, se trouve compris entre deux plis des glaises auxquelles on reconnaît qu'il faisait suite avant le dérangement. On peut voir que les deux plis situés, l'un à droite et l'autre à gauche de ce lambeau de cailloux en forme de tétraèdre irrégulier, ne sont en réalité que le résultat d'un seul et même plissement des couches, coupées sous des angles et dans des directions différentes et obliques à la direction générale du plissement. Un autre pli ondulé s'observe à droite de la figure et marque de ce côté la limite du froncement.

Cet accident dont nous ne connaissons point d'autre exemple

dans le terrain tertiaire des environs de Paris, paraît être le résultat d'une pression latérale qui se serait exercée sur ce point à la fin du dépôt des cailloux roulés, et avant celui de l'alluvion ancienne qui le recouvre et l'enveloppe de toutes parts; on pourrait concevoir également que le phénomène fût antérieur au dépôt de cailloux qui aurait revêtu le bombement formé par les argiles tertiaires et aurait été ensuite enveloppé à son tour par les sédiments argilo-sableux; mais, à cette dernière hypothèse, on aurait à objecter que l'inclinaison des cailloux est trop rapide de chaque côté pour être naturelle.

Le chemin de fer de Creil à Clermont étant constamment au-dessus du niveau ordinaire des argiles à lignites, on voit que leur apparition en cet endroit ne peut être attribuée à un glissement, et qu'elle a été causée à la fois par un plissement et par un soulèvement. L'étendue de ce plissement est d'ailleurs très bornée, car le talus opposé du chemin qui, à la vérité, se trouve en dehors de la direction du pli, n'en présente aucune trace et est entièrement formé par le dépôt argilo-sableux en place. Quant au contact immédiat du diluvium et des argiles coquillières de l'étage des lignites, il résulte de la dénudation antérieure des couches tertiaires, comme on le voit sur d'autres points de cette coupe.

En continuant à s'avancer, on trouve, au-delà du pont de Breuil-le-Vert (Pl. VIII, *fig.* 7), les cailloux roulés surmontés de l'alluvion ancienne et recouvrant un amas de sable tertiaire gris, jaune et blanc; puis ils s'abaissent au niveau du chemin et remontent peu après au-dessus d'un nouvel amas de sable tertiaire blanc. Un banc de sable brun sépare les deux dépôts. Un peu avant Pont-de-Pierre, la tranchée atteint la craie blanche avec silex, après avoir recoupé des traces de sable vert appartenant à la glauconie inférieure que recouvre sur les pentes de la colline de Clermont une assez grande épaisseur d'alluvion ancienne.

Entre la grande route et le pont de Ramecourt (Pl. VIII, *fig.* 8), des déblais très considérables ont mis à découvert sur une hauteur de 8 à 9 mètres, 4 mètres de craie à silex, puis, au-dessus, des couches tertiaires peu régulières de glaises brunes et jaunes, et des veinules d'argile renfermant des Huitres. Le tout est surmonté de sable tertiaire glauconieux et ferrugineux. Au-delà de la Brèche et de la ferme de Saint-Remy, on marche sur l'alluvion et les cailloux diluviens reposant sur la craie. Cette dernière ne tarde pas à se relever pour être recouverte par le dépôt argilo-sableux avec silex. Jusqu'à Saint-Just, on ne trouve plus ensuite que de faibles ondulations de la craie entamées çà et là.

A Saint-Just (Pl. VIII, *fig.* 9), la surface de la craie a été profondément sillonnée et découpée. Elle est surmontée d'une argile brune, au-dessus de laquelle vient, sur une épaisseur de 6 mètres, l'alluvion ancienne renfermant à sa base deux lits de cailloux peu roulés, tantôt séparés, tantôt réunis. A une demi-lieue du bourg, le même dépôt argilo-sableux présente vers la base des silex brisés et assez gros, d'autres noirs très roulés, mais plus petits, et enfin des silex verts à leur surface et également très roulés. Avant le pont de Quinquampoix, les anfractuosités de la craie sont remplies par un sable vert séparé de l'alluvion ancienne par un lit de silex roulés.

Au-delà du pont, la coupe est plus complète (Pl. VIII, *fig.* 10), et à partir du lit de silex verts roulés, qui suit exactement les ondulations de la craie, et dont l'épaisseur est de 0^m,25 à 0^m,30, on trouve un sable glauconieux et des grès quarzeux ferrugineux subordonnés à ces sables, sur une hauteur de 3^m,50 à 4 mètres; au-dessus, est un petit lit de silex diluviens recouvert par l'alluvion ancienne. Ces deux lits de silex, séparés dans le temps par toute la période tertiaire, se trouvent ici à quelques mètres de distance l'un de l'autre, et se continuent sans se confondre jusqu'à l'extrémité du talus. Cette coupe, quoique peu importante en elle-même, est cependant précieuse pour faire voir à quel degré de précision l'examen détaillé des dépôts permet d'arriver pour établir des distinctions réelles, lors même que la nature semble s'être plu à les effacer; car ici il y a une continuité et une liaison apparente entre les couches tertiaires les plus anciennes, le lit de cailloux diluviens et l'alluvion sableuse qui recouvre le tout.

Les grès précédents sont exploités à quelques centaines de mètres à l'O. du chemin de fer. Ils sont brisés, diversement inclinés, reposent sur les sables comme dans la tranchée et sont recouverts par l'alluvion ancienne. L'épaisseur des bancs est de 0,50 à 1 mètre. Ils ne sont point continus et renferment une très grande quantité de moules et d'empreintes de fossiles. Le grès est quarzeux, d'un gris blanchâtre, et les parois des vides laissés par les coquilles dont le test a disparu, sont recouvertes d'un enduit de peroxide de fer hydraté. Parmi ces moules et ces empreintes nous avons reconnu les fossiles suivants :

Crassatella sulcata Lam. ; *Crassatella* (indét.) ; *Lucina contorta* Desh. ; *L. scalaris* id. ; *Cytherea* (indét.) ; *Venericardia multicostata* Lam. ; *Cardium obliquum* Lam. ; *C. porulosum* id., variété, c. nov. sp. Ce moule, de la dimension du *C. hybridum* Desh. et du *C. fragile* Mel., paraît s'en distinguer par sa forme plus oblique, à

moins que cette forme ne soit le résultat d'une compression de la coquille pendant le moulage, et alors on pourrait le rapporter au *C. hybridum*. Il est difficile, d'ailleurs, de dire si les empreintes du test qu'on observe dans la roche proviennent de cette coquille ou des deux précédentes, auxquelles on pourrait les rapporter également, *Perna nov. sp.* Les moules de cette coquille, qui était de la taille du *P. Lamarkii* Desh., sont très fréquents dans ces grès. *Ostrea angusta* Desh. et *Asterias*. Ainsi, la plupart de ces coquilles sont celles qui caractérisent l'étage de la glauconie inférieure auquel ces grès appartiennent, de même que ceux que l'on observe sur plusieurs autres points de ce canton.

Au pont de la Hérelle, la surface de la craie a été aussi fortement sillonnée. Elle est recouverte de cailloux diluviens enveloppant des blocs de grès assez volumineux et surmontés par l'alluvion ancienne.

Enfin, de là jusqu'à Tartigny, le chemin de fer ne coupe plus que des monticules de craie blanche avec silex, quelquefois sur une hauteur de 15 à 18 mètres.

On voit par ce qui précède, que lorsque la dénudation a été assez énergique pour enlever tout le terrain tertiaire, les silex verts et très roulés de sa base se sont mêlés à ceux qui provenaient de la dénudation de la craie, soit immédiatement sous-jacente, soit à une certaine distance, laquelle devait être peu considérable vu l'état souvent à peine roulé des silex. Ce mélange s'observe particulièrement près du pont qui est à 2 kilomètres au N. de Saint-Just.

La continuité du dépôt argilo-sableux des plateaux de craie des environs de Tartigny et de Breteuil, avec celui du fond de la vallée de la Brèche entre Creil et Clermont, sur une hauteur verticale de 100 mètres et une distance horizontale de 46 kilomètres, est ainsi mise hors de doute, et il en est de même du diluvium de cette vallée à son ouverture dans celle de l'Oise, par rapport au lit de silex brisé qui se trouve à la base de l'alluvion ancienne. Le diluvium de cailloux roulés, mélangés de sable qui occupe le fond des vallées et s'élève plus ou moins sur leurs pentes, et l'alluvion ancienne qui le recouvre dans toutes les positions, sont donc le résultat de deux phases du même phénomène, dont les différences, lorsqu'on les compare sur divers points, ont eu pour cause des différences correspondantes dans la vitesse, la profondeur et la direction des eaux, et non des phénomènes réellement distincts, comme on pourrait être tenté de l'admettre au premier abord.

Ainsi là où la section du courant était la plus grande et surtout

la plus profonde, c'est-à-dire vers le débouché de chaque vallée secondaire dans la vallée principale, le diluvium de cailloux est plus épais; les cailloux sont plus arrondis, et si les collines environnantes appartiennent au terrain tertiaire, on y trouve des fragments de roches, de coquilles et des sables de ce terrain, mélangés avec les silex provenant de la craie. L'alluvion ancienne qui surmonte alors le tout est plus sableuse et calcarifère, et les coquilles fluviatiles et terrestres entraînées des étangs, des marais ou des cours d'eau voisins, y sont aussi plus ou moins abondantes.

Au fur et à mesure qu'on remonte les vallées du second ordre et qu'on s'éloigne du terrain tertiaire, le diluvium est moins sableux, moins épais, renferme moins de coquilles et de roches tertiaires. L'alluvion ancienne est aussi moins sableuse, moins calcarifère, l'alumine tend à prédominer, et les coquilles fluviatiles et terrestres ne s'y montrent plus que très rarement. Enfin sur les plateaux crayeux de la Picardie, la couche de silex est souvent très réduite, ou bien ceux-ci sont peu ou point roulés, excepté les cailloux, qui, comme on l'a vu, ont une origine plus ancienne. Les silex sont enveloppés d'une glaise brune, très tenace, qui, vers le haut, se charge peu à peu de sable et passe ainsi au véritable lehm ou alluvion ancienne. Lorsque ce dernier dépôt manque ou qu'il est très peu épais, on trouve dans les champs, comme nous l'avons dit, les silex qui ont été arrachés dans les premiers temps de la période tertiaire, mélangés avec ceux du commencement de la période diluvienne (1).

Les faits que nous avons rapportés et les opinions qu'ils nous ont suggérées sont, d'ailleurs, parfaitement d'accord avec ce que M. Buteux a écrit à ce sujet pour le département de la Somme, dans son *Esquisse géologique* publiée en 1843.

Si nous embrassons maintenant le phénomène sur une plus

(1) Nous ferons remarquer que, plus au N., il existe une zone de craie blanche sans silex, dirigée du N.-O. au S.-E., à travers les départements de la Somme, de l'Aisne et des Ardennes, et l'on ne trouve point de silex à la base de l'alluvion ancienne qui la recouvre sur les plateaux élevés et situés à une certaine distance des vallées; mais, au-delà de cette zone, les silex reparaissent à la base de l'alluvion dès qu'ils se montrent dans la craie sous-jacente. Ces silex des plateaux, brisés, mais nullement roulés, sont alors parfaitement distincts de ceux du diluvium des vallées. Leur état et leur position semblent témoigner à la fois et de l'action dissolvante des eaux qui les ont dégagés de leur gangue crayeuse et du faible pouvoir de transport de ces mêmes eaux.

grande échelle, par exemple, en comprenant le bassin hydrographique de la Seine, dans lequel M. Elie de Beaumont a démontré d'une manière si ingénieuse (*Bull. de la Soc. Philomatique*, séance du 26 août 1843) que ce phénomène avait eu lieu simultanément dans toutes ses parties, nous trouverons que partout les eaux diluviennes ont laissé des traces de leur passage, comparables à ce que nous venons de voir, c'est-à-dire que le nombre, le volume et l'état plus ou moins roulé des cailloux est en rapport avec la section supposée des cours d'eau qui les ont transportés, avec leur pente et avec l'éloignement de leur point de départ. Ainsi, vers le thalweg des vallées, les cailloux et les graviers forment des dépôts plus épais; ceux-ci, à moins de dispositions particulières dans la forme et la direction de la vallée, diminuent à mesure qu'on s'élève sur les pentes, et sur les plateaux, les cailloux manquent souvent ou sont à peine roulés. Nous venons de dire, *à moins de dispositions particulières dans la forme et la direction de la vallée*, parce qu'en effet un rétrécissement ou un élargissement plus ou moins prononcés, des variations dans l'inclinaison des pentes, des changements de directions plus ou moins brusques, la réunion d'affluents plus ou moins considérables et débouchant sous des angles plus ou moins ouverts, sont autant de causes de modifications dans les résultats du phénomène.

Ces dépôts ne sont point stratifiés dans la véritable acception du mot; ils ne se présentent point en couches régulières, horizontales, continues et distinctes comme des sédiments formés dans les eaux de la mer ou des lacs. L'inégalité de leur épaisseur, la différence des niveaux auxquels on les observe, leur discontinuité et la variabilité de leurs caractères, même à de très petites distances, sont autant de preuves qu'ils doivent leur existence à des eaux torrentielles, irrégulières dans leur volume, dans leur pouvoir de transport et qui, avec les débris des roches environnantes, ont aussi entraîné les ossements des mammifères qui peuplaient auparavant le pays émergé. Ces derniers y sont d'autant plus rares qu'on remonte davantage les vallées, et dans l'alluvion ancienne on en trouve à peine quelques traces toujours plus altérées. On conçoit que les premiers torrents qui ont balayé le sol, ont dû entraîner dans ses dépressions tout ce qui se trouvait à sa surface, et une nouvelle génération de grands animaux ne reparut qu'après le dépôt de l'alluvion ancienne.

Lorsque les eaux commencèrent à s'abaisser, leur plus grande force a continué à se trouver vers le milieu des vallées; elles pouvaient encore entraîner des cailloux sur leur fond et déposer sur les

pent les sédiments les plus légers tenus en suspension et semblables à ceux des plateaux qui étaient alors émergés; puis, dans la dernière période du phénomène, les sédiments limoneux se sont déposés sur les cailloux roulés du fond des vallées et les ont plus ou moins recouverts. Cette dernière période a été sans doute la plus longue, et nous ne trouvons, en général, les Succinées, les Helix, les Planorbes, les Lymnées et les Paludines que dans ces derniers dépôts argilo-sableux. Ces coquilles avaient pu se développer dans les flaques d'eau qui durent rester sur un certain nombre de points après l'abaissement général, de même que dans les ruisseaux qui alors se rendaient dans les vallées, tandis qu'à l'époque où se déposaient les sédiments terreux sur les plateaux, bien que le mouvement des eaux dût y être assez faible et comparable à ce qui se passe aujourd'hui dans les vallées momentanément inondées, la grande quantité de sédiment dont ces eaux étaient chargées et l'absence de terres émergées dans le voisinage, ne permettaient pas plus aux coquilles fluviatiles et terrestres d'y vivre ou de s'y accumuler, que dans les vallées où la vitesse et la profondeur du courant facilitait le transport des cailloux et des blocs.

Ainsi les sédiments des plateaux nous représentent à la fois la plus grande extension horizontale et la plus grande hauteur verticale du phénomène; ceux des vallées, sa plus grande force de transport au commencement et au milieu de la période, puis ses derniers produits à mesure que son énergie s'affaiblissait. Ces derniers dépôts diluviens qui ont immédiatement précédé les sédiments de la période actuelle, s'en distinguent toujours par un raccordement plus ou moins marqué avec les pentes inférieures des collines, tandis que les dépôts modernes sont parfaitement horizontaux.

Après cette communication M. d'Archiac donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre de M. de Longuemar.

L'examen de la surface triangulaire comprise entre l'Yonne et l'Armance, et dans laquelle la zone crayeuse inférieure a été profondément entamée par les eaux, m'a fait connaître que plusieurs étages du grès vert, s'étant peu élevés au-dessus du niveau des eaux courantes actuelles, n'ont pu venir affleurer sur la rive gauche de l'Yonne où le sol a été moins dénudé sur le prolongement de cette même zone. Au mois de novembre dernier, j'ai donné, dans l'Annuaire du département de l'Yonne, une notice

complémentaire de mes premières études dans laquelle j'ai développé ces observations, que je résumerai ici en peu de mots, en y joignant, pour plus de clarté, la coupe du mont Saint-Sulpice à Lignerolles (Pl. VIII, fig. 11).

Je retrouve d'abord, entre la craie grise à Ammonites et le terrain néocomien proprement dit, toutes les couches du *green sand* d'Angleterre, sinon complètes, du moins indiquées, et particulièrement les sables plus ou moins ferrugineux qui séparent les marnes du gault des marnes à *Exogyra subplicata* ou terrain aptien; ensuite j'ai reconnu entre la craie blanche et les dernières couches oolitiques, l'existence de trois séries de dépôts complètement séparées les unes des autres par des abaissements subits survenus dans les niveaux des mers anciennes, lesquelles tendaient à se relever de nouveau progressivement pendant la formation de chaque série.

La plus inférieure comprend les trois étages du terrain néocomien de ce pays, c'est-à-dire les calcaires grossiers horizontaux au bas des coteaux portlandiens, les marnes à lumachelles qui les ont recouverts en atteignant un niveau plus élevé, et des couches argilo-sableuses bigarrées avec moellons pétris de Cérîtes et surmontant le tout.

La seconde série comprend les marnes argileuses à grandes Exogyres, déposées au pied des pentes du terrain précédent, et qui s'élèvent à peine au-dessus du niveau de l'Yonne, du Sorin et de l'Armanche (Gurgy, Rouvray, les Crouttes). Puis un massif de sables plus ou moins ferrugineux, blancs, jaunes, rouges ou verdâtres entrecoupé de lits d'argile et de bancs de grès ferrugineux. Ces couches atteignent les points les plus élevés du pays et constituent des mamelons connus sous le nom de *Thureaux*.

La troisième série commence par les couches marneuses et sablonneuses, contenant tous les fossiles propres au gault et qui constituent de petites collines à Bouilly, Rebourceaux, les Drillons, Beugnon et Soumaintrains. Au-dessus viennent des sables, puis des marnes argileuses bleues sans fossiles, que surmonte la craie grise à Ammonites. La craie blanche et les marnes crayeuses sans Ammonites qui lui succèdent, ne s'élèvent point aussi haut et sembleraient indiquer un nouvel abaissement, moins rapide toutefois que les précédents.

Il est peu probable qu'un retrait brusque des eaux marines n'ait pas eu pour résultat d'entamer la surface du sol abandonné, et c'est effectivement ce qui paraît avoir eu lieu pour les sables du *lower green sand*, dans les excavations duquel les marnes du gault sont venues se déposer, en affectant souvent une inclinaison à l'E.

et au S.-E., c'est-à-dire opposée à celle de la masse des grès verts qui plonge au N.-O. Peut-être trouverait-on dans cette circonstance l'explication de la divergence qui existe entre quelques observations antérieures qui font succéder immédiatement le gault aux marnes à *Exogyra sinuata*, et qui placent le grès ferrugineux à empreintes végétales dans la dépendance du gault au lieu de le laisser dans le *lower green sand*. Si l'on joint à cette cause d'erreur celle déjà signalée du peu d'élévation qu'ont atteint les couches les plus inférieures de chaque série, on se rendra facilement compte de la confusion que produit dans les divers étages des grès verts leur superposition, compliquée par l'érosion de quelques assises et par la différence des niveaux atteints par chacune d'elles. En outre, il est naturel de rencontrer dans les couches inférieures d'une série les fossiles de la série antérieure entraînés par les eaux lors de leur brusque abaissement.

L'existence de la masse sableuse du *lower green sand* ne peut être mise en doute entre l'Armançon et le Serain, car la base de la plaine de Pontigny repose sur la marne à grandes *Exogyres*, signalée dans le puits de Rouvray. Les côtes de l'Ordonnoie, composées de sables et de grès plus ou moins ferrugineux, s'élèvent au-dessus, et les marnes et sables à fossiles du gault constituent les buttes de Bouilly, Rebourceaux et la base du mont Saint-Sulpice, placées en avant d'eux, sur la même zone et en couches horizontales, tandis que les sables de l'Ordonnoie plongent au N.-O. Des grès à petites *Exogyres* couronnent même cette côte et ont leur équivalent à Versigny, dans la plaine de l'Armançon, ce qui indique une inclinaison considérable.

La comparaison des fossiles recueillis dans chaque terrain m'a porté à conclure que la plupart des espèces passaient d'un groupe à l'autre, mais que chaque groupe pouvait néanmoins être caractérisé par la prédominance d'une espèce qui s'y était particulièrement développée. Ne pouvant vous envoyer encore ce tableau au net, je me bornerai à faire remarquer que les calcaires grossiers néocomiens inférieurs sont pétris de *Pecten quinquecostatus*, de *Pholadomya*, de *Spatangus retusus*, d'*Exogyra aquilina*, *falciformis* et *subsinuata*. Les marnes à lumachelles sont remplies de petites *Exogyres*. Les couches bigarrées à moellons renferment particulièrement des Cérites. Les marnes à grandes *Exogyres* sont presque entièrement composées de débris de ces coquilles. Les sables ferrugineux sont caractérisés par les empreintes végétales de dicotylédones, et les marnes et les sables du gault par l'*Inoceramus concentricus*, l'*Ostrea carinata*, *Plicatula placunea*, *Ammonites interrupt-*

tus. Les sables et les marnes bleus sont sans fossiles. La craie grise est remplie d'*Ammonites recticostatus* et *radians*, de *Spatangus globulosus*, tandis que la craie blanche et marneuse n'offre que des *Spatangues*, des fragments de *Catillus* et de polypiers.

M. Rozet fait observer qu'on serait exposé à commettre des erreurs, si on classait uniquement les terrains d'après leurs fossiles, puisqu'on trouve dans les terrains supérieurs des environs de Pont-Sainte-Maxence la même cyrène que dans l'argile de Londres.

M. Élie de Beaumont fait remarquer que tandis que le diluvium de l'Yonne est caractérisé par les granites, celui de l'Oise l'est par les Nummulites.

Le secrétaire donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre de M. L. de Buch, adressée à M. Elie de Beaumont : *Sur l'existence du Muschelkalk dans les Alpes de la Lombardie et sur une Trigonia qui paraît le caractériser.*

M. Studer, en allant de Sondrio, par le passage de Vanina, à Bergamo, a pu saisir le profil de toute la chaîne. Suivi dans la vallée de la Brembana par des couches jurassiques, on entre tout-à-coup, à Camerata, dans une formation d'une argilite en couches, qui s'enfonce sous le calcaire de Saint-Pellegrin. M. Studer trouve une ressemblance entre ces argilites et le keuper, et il est bon de saisir cette première impression, à cause de la présence d'une trigonie qui se trouve en abondance à Saint-Pellegrin. Cette coquille dont la découverte est due à miss Emilia Whately, qui a séjourné aux bains de Saint-Pellegrin, paraissant trahir d'une manière évidente la présence du muschelkalk, inconnu jusqu'ici dans cette partie de l'Italie, elle mérite d'être connue particulièrement, et c'est pour cette raison que je vous envoie un dessin que j'espère que M. de Humboldt vous remettra (Pl. IX, fig. 1, 2, 3). J'ajoute ici quelques mots pour remplacer une description. *Trigonia Whatelyæ*; c'est la *Trigonia vulgaris ennoblis*. Elle a toute la forme, la courbure en demi-cercle de la face antérieure qu'on voit figurée dans Goldfuss (tab. 135, fig. 16), et sa surface est couverte, d'une manière élégante, de ces stries fines d'accroissement qui sont si marquantes pour ces espèces de *Trigonie*. Mais elle est de plus ornée de plis longitudinaux qui, au nombre de six, se suivent depuis l'arête de l'area jusqu'au côté antérieur; et tous

Trigonia du Muschelkalk dans les Alpes.

Note de M. L. de Buch.

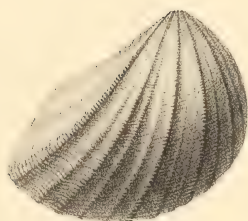
Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.





ces plis sont dirigés vers le côté postérieur, direction qui établit un caractère tout-à-fait particulier et distinctif pour cette Trigonie; car la *Trigonia pes anseris*, et plus encore la *Trigonia Goldfussii* (Goldfuss, tab. 36), font remarquer une inclinaison des plis très décidément tournée du côté antérieur; ce dont on ne voit pas la moindre trace dans la *Trigonia Whatelyæ*. Enfin, ce qui est très remarquable, cette coquille, quoique unique dans son genre par cette disposition, se rattache par ce phénomène, d'une manière évidente, à la Trigonie vivante (Beyrich). Des plis secondaires s'interposent très souvent entre les plis principaux, un ou deux par intervalle : mais il n'y en a jamais que six qui atteignent les crochets. Le pli qui borde l'area est le plus élevé, et la dépression sur l'area, à côté de l'impression du muscle d'attache, rétrécit ce pli vers les crochets jusqu'à le changer en vrai bourrelet arrondi et élevé comme une arête. Tous ces caractères sont si particuliers, qu'on doit avoir beaucoup d'obligation à mademoiselle Whately de nous avoir fait connaître cette belle coquille et qu'elle porterait dignement son nom.

M. Virlet présente une ancienne carte de l'expédition des Argonautes et fait les observations suivantes :

Notes sur la géographie ancienne, et sur une dépression probable de l'Afrique Septentrionale, celle du lac Melghigh; par M. Virlet d'Aoust.

Les géologues ne s'arrêtent pas, pour signaler les grandes modifications que la surface du globe peut avoir subies depuis le dernier grand cataclysme qui a amené sa configuration générale actuelle, aux seules traditions laissées par l'antiquité; car on le conçoit, les traditions doivent manquer complètement pour tous les temps qui ont précédé la civilisation, c'est-à-dire l'époque véritablement historique (1). C'est en effet, en s'appuyant sur les seules observations de faits paléontologiques et géologiques qu'ils sont parvenus à reconnaître que des soulèvements et des affaissements assez considérables, de quelques parties des continents,

(1) Nous en avons la preuve dans le manque de traditions anciennes positives chez les différents peuples de l'Amérique et de l'Australie, et même dans les pays encore barbares des anciens continents, bien que ceux-ci fussent, pour la plupart, déjà habités aux époques les plus anciennes dont l'histoire nous ait conservé le souvenir,

s'étaient opérés depuis l'époque géologique actuelle, dite des *temps historiques*, parce qu'elle est contemporaine de l'existence de l'homme à la surface de la terre. C'est ainsi, par exemple, qu'ils ont pu constater le soulèvement d'une partie du sol de la Scandinavie, soulèvement qui se continue encore aujourd'hui; celui des côtes septentrionales de l'Écosse, d'une partie de la Sicile et de quelques autres points du littoral de la Méditerranée, etc., etc.; c'est ainsi que M. A. d'Orbigny, dans la précédente séance, vous a signalé le soulèvement récent de quelques parties de l'Amérique (1), et que j'ai été moi-même amené à conclure de la présence de coquilles marines de nos mers actuelles, dans les dépôts argileux des environs de Tournus, que les vallées du Rhône, de la Saône et probablement la plus grande partie de la Bresse, avaient été occupées par la mer depuis l'époque historique actuelle; et cependant rien, absolument rien dans les traditions historiques, n'indique de traces d'un aussi grand changement dans la configuration de notre sol.

Mais si la géologie, comme je viens de le dire, ne doit pas s'arrêter aux seules traditions historiques, elle ne doit pas non plus négliger celles de ces traditions qui, bien que regardées comme fabuleuses ou hypothétiques, ou bien qui, étant rangées parmi les anciens mythes, pourraient cependant la mettre sur la voie et l'amener à constater des faits qui ne seraient pas sans intérêt pour l'histoire de la configuration de notre globe et des modifications qu'il a si fréquemment éprouvées.

Je ne crois donc pas sans intérêt de mettre sous les yeux de la Société une carte de géographie ancienne, appartenant à M. Saigey et intitulée, *Carte de la navigation des argonautes du monde primitif, suivant les périples de Timée, d'Hécatee, d'Apollonius et d'Onomacrite, pour servir à l'histoire de la Grèce* (2). Entre autres indications très curieuses que donne cette carte systématique, il est vrai, mais cependant dressée sur des documents historiques

(1) Les observations de M. Darwin et de plusieurs autres savants démontrent que certaines régions de l'Amérique méridionale ont été soumises à un soulèvement lent et progressif, qui a donné naissance aux plaines unies de la Patagonie et aux pampas de Buénos-Ayres, qu'on trouve couvertes de coquilles marines récentes.

(2) J'ai vainement fait des recherches pour découvrir à quel ouvrage appartenait cette carte, qui ne porte aucune souscription d'auteur ni d'éditeur, et qui, par son genre de gravure, ne paraît pas très ancienne; seulement, j'ai vu, dans la collection Gosselin de la bibliothèque royale,

anciens, on voit qu'une île du nom d'*Hespérie*, aurait autrefois existé à peu près vers l'endroit où se trouve aujourd'hui Biskra, ou plutôt vers le lac Melghigh, et cela, dit la carte, lorsque les eaux de la mer couvraient le pied des monts Atlas. Les observations barométriques faites dernièrement en Afrique, dans le Sahara, viennent donner de l'intérêt à ce document qui prouve tout au moins que les anciens savaient déjà qu'une partie du désert de Sahara formait des plateaux beaucoup moins élevés qu'on ne le supposait jusqu'en ces derniers temps.

Nous savions bien, à la vérité, par suite des observations barométriques faites par les voyageurs anglais Clapperton et Denham (1), que le plateau tout-à-fait central de l'Afrique, celui qui s'étend de Mourzouk à Yeou, et à Kouka, dans le pays de Bournou, ne s'élève pas à plus de 400 mètres, mais on ne se doutait pas que les altitudes de points aussi rapprochés de l'Atlas que Biskra et Sidi-Okbah fussent si faibles.

Il paraît, d'après les reconnaissances les plus récentes consignées dans la carte de l'Algérie, publiée par le Dépôt de la guerre en 1843, que les eaux de Biskra, au lieu d'aller, comme on l'avait cru aussi jusqu'alors, se jeter au S. dans le Djeddi comme celles de Sidi-Okbah, vont se perdre au contraire, dans un petit lac situé au N.-E. Or, des faibles altitudes au-dessus du niveau de la mer de Biskra et de Sidi-Okbah on peut conclure que le lac Melghigh, qui reçoit les eaux de cette dernière localité, présente une dépression. En effet, l'altitude de Sidi-Okbah (2), ayant été indiquée de 61^m,286, par M. Fournel, et ses eaux parcourant au moins 23 myriamètres pour arriver au lac Melghigh, où elles vont se jeter en se mêlant auparavant avec celles de la Djeddi, on voit que le niveau de ce lac sera déterminé par le plus ou moins de pente du cours d'eau qui s'y rend de Sidi-Okbah; or, comme dans un pays aussi plat que cette contrée, il n'est pas probable

deux cartes analogues, également sans indication d'éditeur ni d'auteur, mais sous le titre de *Carte du monde primitif à l'époque de la fondation des premiers empires du monde primitif*. Celles-ci semblent, par leur gravure, d'une époque plus ancienne.

(1) *Narrative of travels and discoveries in northern and central Africa*. Voy. l'analyse de cet ouvrage, par M. Saigey, dans le t. VI, p. 64 du *Bull. universel* de Férussac, partie des sciences mathématiques (1826).

(2) Voy., pour les altitudes de Biskra et de Sidi-Okbah, les différentes notes de MM. Fournel et Aimé, insérées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XX, p. 170, 880 et 967.

que ce courant soit très rapide, nous supposerons une pente moyenne de 0,0005 par mètre, ce qui donne 0^m,50 par kilomètre ou 5 mètres par myriamètre, et pour les 23 myriamètres 115 mètres de pente totale, ou $115^m - 61,286 = 53^m,714$ de dépression au-dessous du niveau de la mer; mais si l'on suppose à ce cours d'eau, au contraire, une pente plus rapide, égale, par exemple, à 0^m,000774 par mètre, qui est celle de la Meurthe, entre Lunéville et Nancy (1), cette dépression serait alors de 154^m.80 au-dessous de Sidi-Okbah et de 93^m,514 au-dessous du niveau de la mer.

En faisant le calcul inverse et admettant, par exemple, que le lac Melghigh, comme on l'a supposé dans la notice sur l'expédition de Laghouat, sous les ordres de M. le général Marey-Monge, par M. le baron Ch. Dupin (2), se trouve au même niveau que la Méditerranée, et calculant l'altitude de Sidi-Okbah, d'après son cours d'eau, auquel, en raison de son peu d'étendue et de son rapprochement de l'Atlas, on doit admettre cependant une certaine rapidité, et en adoptant la pente moyenne du Rhône, de Lyon à Arles, qui est de 0,000553 (3), c'est-à-dire un peu supérieure à celle que j'ai prise pour base de mon premier calcul, on arrive à trouver que l'altitude de Sidi-Okbah devrait être de 129^m.19, c'est-à-dire de 65,904 plus élevée que celle donnée par le calcul barométrique.

Il faut remarquer que j'ai fait mes calculs dans l'hypothèse que l'altitude de Sidi-Okbah est de 61^m 286; il est évident que si, comme on le suppose, elle devait être moindre, la dépression s'augmenterait de toute la différence.

Il est curieux de voir une dépression (dont la valeur absolue ne nous sera d'ailleurs donnée avec une certaine précision que par de bonnes opérations géodésiques) dans l'endroit même où les anciens indiquaient que les eaux de la mer baignaient la base des montagnes de l'Atlas. Si donc, comme on doit naturellement le supposer aujourd'hui, le pied méridional de cette chaîne est formé d'une série de plateaux peu élevés, de lacs, peut-être de

(1) Voy. le tableau n° 6 des valeurs numériques des pentes des divers cours d'eau, annexé aux *Recherches sur la structure et l'origine du mont Etna*, par M. Élie de Beaumont, t. IV des *Mémoires pour servir à une description géologique de la France* (1838).

(2) *Comptes-rendus de l'Ac. des sc.*, t. XX, p. 1478.

(3) Le cours du Doubs, à Besançon, est de 0,001, qui est à peu près la limite de la pente des rivières navigables.

dépansions, de lagunes même qui, suivant le dire de quelques officiers de marine, s'étendraient au-delà du Maroc, à partir de la mer, le long de son extrémité occidentale (1), il n'y aurait pas grand effort à faire pour supposer qu'un mouvement lent de bascule, imprimé à la chaîne entière de l'Atlas, et, comme je disais précédemment, que cela avait dû souvent avoir lieu, après chacune des grandes dislocations qui ont imprimé successivement à la surface du globe, ses reliefs ou chaînes de montagnes actuelles; et analogue enfin à celui qu'éprouve le sol de la Suède, un semblable phénomène, dis-je, qui pourrait bien être de l'époque actuelle et dont, par conséquent, la tradition imparfaite se trouverait ainsi indiquée sur la carte des argonautes primitifs, aurait bien pu émerger une partie du continent africain auparavant submergé.

Un autre fait non moins curieux indiqué sur cette même carte, c'est la séparation complète des continents africain et asiatique, par la communication directe de la mer Rouge avec la Méditerranée. Le périple d'Hécatee, de Millet, est tracé comme s'étant exécuté par le détroit de Soueys, où une île se trouve seulement indiquée. Bien que la tradition de la formation de l'isthme actuel de Soueys ne nous ait été conservée par aucun des auteurs anciens, il n'y aurait rien d'irrationnel à supposer qu'il a pu se former dans les temps actuels, soit par le soulèvement lent d'une partie du continent africain dont je parlais tout-à-l'heure, soit par l'accumulation des sables refoulés de la Méditerranée, ou bien plutôt amenés par la mer Erythrée ou mer Rouge, qui probablement déversait par là une partie des eaux de l'Océan, comme aujourd'hui encore celles-ci sont déversées dans la Méditerranée par le détroit de Gibraltar. Quoi qu'il en soit, plusieurs voyageurs, et entre autres Bruce, les membres de l'expédition d'Égypte, signalent (2) plusieurs petits lacs, voire même des dépansions qui sembleraient, en quelque sorte, indiquer dans l'isthme même l'ancienne communication des deux mers, dont Hécatee nous aurait conservé la tradition.

La carte des argonautes primitifs suppose encore que la pres-

(1) *V. la Relation du naufrage de la Sophie*, par M. Charles Cochelet.

(2) *Voy.*, dans les *Recherches sur la salure des lacs*, etc., de M. Angelot (*Bull. de la Soc. géol.*, t. XIV, p. 36), l'analyse du Mémoire sur la communication de la mer des Indes à la Méditerranée par la mer Rouge et l'isthme de Soueys, par M. Le Père, inséré dans la *Description de l'Égypte*, t. XI, p. 37 à 381 de la 2^e édit., etc.

qu'île de l'Inde, qui forme aujourd'hui l'Indoustan, était aussi autrefois détachée du continent de l'Asie, mais sans indiquer l'auteur auquel a été empruntée la tradition, qui supposerait l'existence d'un large détroit qui, des bouches de l'Indus à celles du Gange, aurait occupé les plaines basses sillonnées par ces deux grands fleuves qui flanquent la base méridionale des massifs de l'Himalaya, comme ceux de l'Atlas sont flanqués par le désert de Sahara. Il serait curieux que la faune des alluvions et des sables de l'Indoustan, de l'isthme de Soueys, du Sahara, vînt un jour nous révéler l'existence d'un soulèvement récent de la surface du globe, suivant un grand cercle qui aurait embrassé les parties de l'Asie et de l'Afrique dont il vient d'être question, et que je n'admetts ici que comme une simple hypothèse.

Je ne m'arrêterai pas à discuter sur la communication plus que problématique qui, suivant les mêmes périples, aurait aussi autrefois existé entre le golfe Persique et la mer Caspienne, et vers le milieu de laquelle aurait existé une île du nom de Jernés, ni sur la double communication qui aurait réuni la Caspienne aux *Palus-Méotides* et au Pont-Euxin, et de manière à circonscrire la Colchide ou massif caucasien en une sorte d'île; je ne dirai rien non plus de la communication de l'Adriatique avec la mer Noire par le Danube, ni de la séparation de l'Italie du continent, ni de celle de la Scandinavie, que beaucoup d'autres cartes anciennes indiquent du reste également; etc., etc.; ni enfin de la communication qui aurait encore existé de la mer Blanche à la mer Caspienne, quoique les alluvions récentes qui recouvrent une grande partie des plaines basses de la Russie orientale, et les vestiges du séjour de la mer, trouvés en beaucoup de lieux, par Pallas, tendraient à confirmer cette hypothèse (1). Je ferai seulement re-

(1) Hérodote est le premier auteur ancien qui ait appris aux Grecs que la mer Caspienne était entourée complètement de terre, liv. II, § 202-203, et son opinion a été soutenue par Aristote, Diodore de Sicile, Ptolémée, etc., tandis qu'Ératosthène, Strabon, la plupart des géographes et des historiens d'Alexandre, Hipparque même, ont supposé que la Caspienne n'était qu'un golfe de l'Océan septentrional. Strabon, liv. XI, chap. VIII, § 1^{er}, dit que la mer Hyrcanienne ou Caspienne est un golfe de l'Océan, qui s'étend du nord au midi. Assez étroit à son ouverture, il le devient moins à mesure qu'il avance dans l'intérieur des terres, mais surtout vers son extrémité, où sa largeur se trouve être de 500 stades.

Gosselin, dans une note relative au déluge de la Samothrace, insérée à la p. 116 du t. I de la traduction française de Strabon (in-4° de l'Imp.

marquer que si l'on compare cette carte ancienne avec la carte géologique du globe de M. Boué, on ne peut s'empêcher, dans tous les cas, d'être frappé de la ressemblance de cette configuration des mers anciennes, avec la teinte jaune par laquelle, dans sa carte, M. Boué a figuré les terrains tertiaires, c'est-à-dire les formations les plus récentes, celles qui occupent en général les parties les plus basses des continents; en sorte que l'on serait en quelque façon conduit par ce rapprochement à supposer ou que les traditions anciennes s'appuyaient sur quelques observations de fossiles trouvés à la surface des contrées indiquées, comme anciennement occupées par la mer, ou que les anciens avaient une connaissance beaucoup plus approfondie de la constitution orographique de la surface du globe que nous ne le supposons et

royale), dit qu'alors les plaines sablonneuses et marécageuses qui bordent maintenant les parties septentrionales de ces mers (Pont-Euxin et Caspienne) étaient couvertes par leurs eaux réunies. Cette espèce de lac, dont la surface égalait au moins celle de la Méditerranée, et qui recevait les eaux des trois quarts de l'Europe et d'une grande portion de l'Asie, avait peut-être une issue dans la mer du Nord, par la vallée que suit l'Oby depuis Tobolsk, et ce serait à cette époque qu'il faudrait reporter l'origine de l'opinion des Asiatiques, qui assuraient, au siècle d'Alexandre, que la Caspienne communiquait à la mer du Nord, opinion qu'ils conservent encore aujourd'hui. — Ce lac immense était borné au midi par la chaîne des hautes montagnes de l'Asie-Mineure et de l'Arménie. Une grande portion de la Bithynie, de la Galatie, jusqu'au-delà d'Ancyre, et tout le Pont, étaient submergés. C'est du nom de *Pontos*, qui signifie *mer*, que cette dernière contrée reçut sa dénomination, parce qu'on se rappelait que la mer l'avait couverte autrefois, comme c'est d'une ancre trouvée à Ancyre, lorsqu'on en creusa les fondements, que cette ville, maintenant éloignée de plus de trente lieues de la mer, avait pris son nom. Cet antique monument d'une des plus grandes révolutions que la terre ait éprouvées à sa surface existait encore au temps de Pausanias (liv. I, chap. iv, p. 12). Dans le second siècle de l'ère chrétienne, le même fait nous a été transmis par Ovide (*Met.*, liv. XV, p. 264) :

Et procul à pelago conchæ jacuere marinæ :

Vidi factas ex aquore terras :

Et vetus inventa est in montibus anchora summis.

(J'ai vu des terres sorties du sein des ondes, et des conques marines loin des bords d'Amphitrite : une vieille ancre a été trouvée sur de hautes montagnes.)

qu'enfin beaucoup de découvertes modernes ne sont que la confirmation de faits bien connus dans l'antiquité.

A l'appui de ce que vient de dire M. Virlet, M. Rozet signale les observations faites tout récemment dans l'isthme de Suez, par MM. les capitaines d'état-major Ferret et Galinier, envoyés en mission en Abyssinie. Ces officiers ont reconnu dans l'isthme l'existence de lacs, et, à côté des dépôts de coquilles identiques avec celles qui vivent encore aujourd'hui dans la mer Rouge, ils ont, de plus, reconnu sur les couches avoisinantes des traces évidentes du séjour récent de la mer (1).

M. Viquesnel donne lecture du passage suivant d'une lettre de M. de Zigno :

« Guidé par les caractères minéralogiques et par les lois de superposition, ainsi que par l'examen de quelques fossiles, on a reconnu le trias dans les montagnes du Vicentin. Moi-même j'ai cru pouvoir rapporter au lias un assemblage de roches qui se trouvent dans les Alpes du Bellunais, entre le Keuper et le Jura; mais toutes ces classifications restent toujours douteuses, jusqu'à ce que les limites du Jura et du terrain crétacé soient mieux établies à l'aide des caractères paléontologiques dans toute l'Italie boréale. Les discussions qui ont eu lieu au congrès de Milan ont

(1) Dans le grand ouvrage sur l'Égypte, M. Le Père dit que le point le plus bas du bassin des Lacs Amers (*Bar-ibn-Meneggy*), dans la ligne du nivellement fait par les ingénieurs attachés à l'expédition, était de 8 mètres environ au-dessous de la Méditerranée, et de 17^m,627 au-dessous de la mer Rouge. Il signale également des débris de coquillages sur les bords des lacs. D'après une étude approfondie de ce bassin, M. Le Père regarde comme incontestable que les Lacs Amers ont fait partie du golfe Arabique. Il pense qu'il a été sans doute une époque où l'isthme, couvert de lagunes, recevait les eaux à la fois du Nil, de la mer Rouge et de la Méditerranée; mais que, d'une part, divers atterrissements, et de l'autre les dessèchements produits, auront intercepté la communication des eaux et transformé en terre ferme un sol naturellement bas et marécageux; que, pour communiquer des Lacs Amers au golfe Arabique, les anciens avaient coupé l'isthme qui les sépare, ce qui résulte évidemment de l'existence de ce canal, encore subsistant, quoique comblé (mémoire déjà cité de M. Angelot).

déjà signalé la confusion qui règne sous ce rapport parmi nous. Je pense qu'on a donné trop d'étendue au système crétacé de nos Alpes, et qu'une étude approfondie de ses fossiles pourra seule en éclaircir les limites et fixer ceux de ses différents étages. En attendant, je dois signaler un fait qui me paraît assez important : c'est celui d'avoir découvert dans la formation crétacée des monts Euganéens, dans des couches calcaires à Inocérames, à Ananchites, une sphérulite et deux criocères, l'une voisine de la *Crioceras Duvalii*, d'Orb., l'autre correspondante à la *Crioceras Emerici*, d'Orb. Sous peu j'aurai l'honneur de faire parvenir à la Société les dessins des deux derniers fossiles accompagnés d'une courte note sur leur gisement. »

Le secrétaire achève la lecture du mémoire de M. Catullo et commence celle d'un mémoire de M. Studer sur la *Masse des montagnes entre la route du Simplon et celle du Saint-Gothard*; ces communications doivent être insérées dans les mémoires de la Société.

M. de Wegmann, secrétaire pour l'étranger, donne lecture d'une *Note sur le genre Hippopodium*, par M. Guibal; cette communication est aussi renvoyée aux mémoires.

Séance du 7 avril 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Le Blanc, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le président proclame membres de la Société :

MM.

Le docteur MÈGE, membre de l'Académie de médecine, président de la Société phrénologique de Paris, résidant à Paris, rue Sainte-Anne, 46, présenté par MM. de Verneuil et Duperrey.

M. le comte de STROGONOFF, aide-de-camp de S. M. l'empereur de Russie, résidant à Paris, rue Saint-Dominique-

Saint-Germain, 54, présenté par MM. Élie de Beaumont et de Verneuil.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Fournet: 1° *Du caractère d'association en minéralogie et en géologie* (Extr. des *Ann. de la Soc. roy. d'agric., hist. nat. et arts utiles de Lyon*, 1844 ou 1845), in-8°, 57 pag.

2° *Mémoire sur la vaporisation du plomb, de ses alliages et combinaisons* (Extr. des *Ann. de chimie et de physique*, avril 1834), in-8°, 32 p. Paris.

3° *Sur la volzine, ou oxisulfure de zinc, de Rosiers, près Pontgibaud (Puy-de-Dôme)*, in-8°, 16 p. Clermont.

4° *Modification de la théorie du traitement de la galène dans le fourneau à réverbère*, in-8°, 14 p. Paris.

5° *Notice sur la cristallisation des silicates vitreux et sur la couleur bleue des laitiers*, in-8°, 12 p.

6° *Rapport sur les travaux de la commission hydrométrique en 1844, présenté à M. le maire de Lyon*, in-8°, 16 p., 2 tabl. Lyon, 1845.

De la part de M. le chevalier de Claussen, *Essai d'une nomenclature et classification des roches, d'après leurs caractères chimiques, minéralogiques et géologiques*, in-8°, 35 p. Bruxelles, 1845.

De la part de M. Fialin de Persigny, *De la destination et de l'utilité permanente des pyramides d'Égypte et de Nubie contre les irrptions sablonneuses du désert*, in-8°, 256 p., 6 pl. Paris, 1845.

De la part de M. L. de Koninck, *Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain houiller et dans le système supérieur du terrain anthracifère de la Belgique*, 2 vol. in-4°, avec pl. Liège, 1842-1844.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, *Dict. univ. d'hist. nat.*, t. V, 60^e livr.

De la part de M. Hardouin-Michelin, *Description des poly-piers fossiles du bassin parisien (groupe supracrétacé)* (Extr. de

l'Iconographie zoophytologique), in-4°, 31 p., 4 pl. Paris, 1844.

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*, mars 1845.

De la part de M. Achille de Zigno, *Introduzione allo studio della geologia, parte prima*, in-4°, 121 p. Padova, 1843.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1845, 1^{er} sem., t. XX, n^{os} 11, 12, 13.

L'Écho du monde savant, 1845, n^{os} 20 à 25.

L'Institut, 1845, n^{os} 586 à 588.

Annales de l'Auvergne, t. XVII, décembre 1844.

Bulletin de la Société de géographie, 3^e série, t. III, n^o 15, février 1845.

Le Mémorial encyclopédique, janvier 1845.

The American Journal of science and arts, by Silliman, vol. XLVIII, n^o 1, January 1845.

The Athenæum, 1845, n^o 908 à 910.

The Mining Journal, 1845, n^o 500 à 502.

M. le trésorier rend compte des recettes et dépenses du 1^{er} trimestre.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1844.....	758 fr. 25 c.	
La recette, depuis le 1 ^{er} janvier dernier jusqu'au		
31 mars, s'est élevée à.....	6,933	30
Total de la recette....	7,691	55
La dépense s'est élevée pendant le trimestre à....	5,836	85
Reliquat en caisse au 31 mars dernier.....	1,854	70

Dans la recette figure une somme de 2,100 francs montant de sept cotisations une fois payées.

Dans la dépense figure une somme de 2,066 fr. 60 c. pour achat de rentes sur l'État.

M. Élie de Beaumont communique l'extrait suivant d'une lettre que lui a adressée M. L. de Buch, *Sur les caractères distinctifs des couches jurassiques supérieures dans le midi de l'Europe*.

Le développement du caractère particulier et si marquant des

couches jurassiques supérieures dans le midi de l'Europe a été un des résultats les plus importants de la réunion de Milan. Nous devons à M. Pusch, de Varsovie, la première description et la première figure d'une Ammonite très bombée et entièrement enveloppée, qui a une très grande analogie avec l'*Ammonites heterophyllus* de Sowerby. M. Pusch l'avait observée au pied du mont Tatra, au S. de Cracovie, près de Szaftary; il lui avait donné le nom d'*Ammonites Tatricus*. (Voyez Paléontologie de la Pologne, tab. 13, fig. 11.) Cette Ammonite singulière s'y trouve avec une immense quantité d'*Aptichus*, avec la *Terebratula dyphia* et la *Terebratula resupinata*, enfin avec plusieurs autres Ammonites de la famille des Planulites, le tout évidemment jurassique. C'est elle qui caractérise principalement la bande jurassique du midi, à travers toute l'Europe, bande qu'on peut poursuivre maintenant depuis la Crimée jusqu'au pied des Pyrénées..... Eh bien, cette bande curieuse a été tracée le long du pied des Alpes italiennes par les géologues de ce pays, de manière qu'il ne reste presque point d'intervalle depuis les contrées vénitiennes jusqu'au Piémont où on ne l'ait trouvée.

La première des localités à moi connues, du côté de l'orient où on a trouvé l'*Ammonites tatricus*, est la chaîne des montagnes de *Cesio Maggiore*, entre Bellune et Feltre. MM. Villa, de Milan, en possèdent de beaux morceaux combinés avec l'*Ammonites polygiratus*. Il est presque certain que d'autres localités à *Ammonites tatricus* se trouveraient facilement dans le Frioul et dans le comté de Goritz.

2° *Asiago*, les hauteurs des *Sette Comune*. Je crois que c'est là que l'on pourrait étudier cet étage de la formation jurassique dans son plus grand détail. Les *Terebratula dyphia* et *triquetra* y sont communes et mêlées avec les différentes modifications de l'*Ammonites tatricus*. Aucune production décidément crétacée ne s'y laisse apercevoir. (Musée de l'Université de Milan.)

3° *Roveredo*. M. Charles Brunner, de Berne, a trouvé l'*Ammonites tatricus* en abondance à une lieue vers l'orient de la ville, sur la grande route de Schio, encore avec ces énormes *Aptichus*, qui accompagnent toujours cette bande. Les environs de Trente fournissent, comme vous savez, une grande quantité de *Terebratula dyphia*.

4° *Monti Lessini et val Pantera*. M. Curioni en a de fort belles *Ammonites tatricus* avec l'*A. polygiratus* et l'*A. Koenigii*. Le cabinet de M. Catullo, à Padoue, les conserve aussi, avec l'*A. mutabilis* et l'*A. bioculatus*, comme à Basceil en Lorraine.

5° *Monte Baldo*. M. Curioni en possède l'Ammonite en question; mais j'ignore à quelle hauteur on l'a prise. *Valle Cavalina*, monte di Grave, sur Brescia (au musée de Milan): l'Ammonite est combinée avec la *Terebratula triquetra*, qui n'est qu'une variété de la *Terebratula dyphia*.

6° *Colle Bearo*, val Gardona, à l'orient du lac d'Iseo. L'Ammonite avec les grands *Aptichus* et avec le *Belemnites semi-sulcatus*, si distinctif pour les couches jurassiques supérieures. (Chez M. Curioni.)

7° *Monte Misma*, entre la rivière de Chieri et le Serio. Je ne connais aucun endroit entre Bergame et Lecco qui ait présenté des productions propres à caractériser cette bande jurassique.

8° *Les environs du val Madera*, au-dessous des *Corni du Canzo*, vis-à-vis de Lecco, à Civonne, Luco, Golbiate, Civiole.

9° Vient ensuite le *Pian d'Erba*, avec tant de *falcifères* qui tous oscillent autour de l'*A. tatricus*.

10° *Induno* sur le lac de Varese. On y trouve, avec l'*A. tatricus*, les *Terebratula dyphia* et *triquetra* et l'*A. polygiratus* (collection du marquis Trotti) et l'*A. cordatus* (musée de M. Villa).

Vous savez qu'à l'O. du lac Majeur les couches jurassiques disparaissent entièrement, et que le lias de Gozzano, à l'extrémité du lac d'Orta, est le dernier lambeau de cette formation: mais, tout-à-coup, la bande jurassique à *Ammonites tatricus* se rejette de l'autre côté des Alpes, et nous la retrouvons de la manière la plus décidée à Cholet St-Denis, sur Vevay, où M. Studer l'a décrite fort au long. Et, ce qui est fort important, ces Ammonites s'y retrouvent avec l'*A. flexuosus*, une des productions les plus caractéristiques pour toute la chaîne jurassique de l'Allemagne. Celle-ci est très bien figurée dans nos pétrifications remarquables tab. VIII, fig. 3. Elle est fréquente sur le Mont Randen, près de Schaffouse, en Souabe, en Franconie, où néanmoins aucune des variétés du *tatricus* ne se fait remarquer.

Les Voirons, près de Genève, font entrer la bande à *A. tatricus* en France, où on peut la poursuivre jusqu'en Provence. J'ai vu l'*A. flexuosus* tout-à-fait identique avec celle du Jura d'Allemagne, dans la collection de M. Puzos, provenant de Barème et combinée avec le *tatricus* (*Requienianus*, etc.). Les environs de Castellane nous présentent le même phénomène. M. d'Orbigny, à coup sûr, n'a pas été sur les lieux pour pouvoir faire entrer toutes ces productions dans son néocomien. J'en appelle aux auteurs de la carte géologique de la France.

Je m'arrête, car ceci suffira pour donner une idée de l'exis-

tence de cette bande jurassique le long du pied des Alpes italiennes et de sa continuation tant du côté de la France jusqu'au bord de la Méditerranée, que du côté de l'Orient jusqu'en Crimée. Les couches calcaires de Piesting et de St-Veit, près de Vienne, doivent encore se ranger dans cette ligne. Vous savez que tout ceci se retrouve dans les états de sa Sainteté à Perugia et à Cesi, près de Terni. C'est une formation pélagique, éloignée des côtes.

M. le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Extrait d'un mémoire de M. le professeur Göppert, à Breslau, sur les plantes fossiles en général.

Convaincu de la grande utilité des comptes-rendus annuels pour les progrès scientifiques dans les diverses parties des sciences naturelles, j'avais formé dès longtemps le dessein d'en donner un sur la *paléontologie végétale*. C'est un travail d'une grande étendue, auquel je ne serais peut-être pas encore arrivé sans l'invitation de M. Bronn, à Heidelberg, qui m'avait chargé de lui fournir un résumé de ce genre pour le troisième volume de son *Histoire de la nature*. Ce résumé devait en même temps être suivi d'un *Synonymion* à la manière du nomenclateur de M. Steudel pour les plantes vivantes, et contenir toutes les dénominations usitées jusqu'ici avec l'indication des auteurs, de leurs ouvrages, et des figures qu'ils en ont données. Ces deux travaux, qui sans doute étaient accompagnés de bien des difficultés, sont terminés, et seront publiés dans l'ouvrage cité plus haut. En attendant, j'ai cru qu'il ne serait pas hors de propos de donner ici préalablement un exposé sommaire des principaux résultats auxquels je suis parvenu sur le nombre, la distribution et la propagation des plantes fossiles dans les diverses formations. Plus tard, j'ajouterai annuellement un rapport sur les progrès qui auront été faits dans cette partie de notre science. Ces rapports embrasseront les titres suivants :

1. Exposé sommaire des recherches sur la conservation et la formation des pétrifications végétales ;
2. Exposé sommaire des nouvelles découvertes, rangées en ordre systématique ;
3. Exposé sommaire de la distribution des plantes fossiles dans chaque formation particulière.

Je prie mes très honorables confrères d'avoir la bonté de me

seconder dans ce travail par une prompte communication des écrits et Mémoires qui s'y rapportent, et particulièrement de ceux qui ne sont pas destinés pour le commerce.

Exposé sommaire du nombre des espèces fossiles.

Aucun compte-rendu n'a été publié depuis 1828 sur le nombre des plantes fossiles connues actuellement. M. Adolphe Brongniart, dans son ouvrage classique, en comptait 500 espèces. Maintenant ce nombre est presque quadruplé, puisque j'en connais 1,792, qui se subdivisent en 61 familles et 277 genres. J'ai fait mention de 253 espèces de *fougères* dans la *Monographie de cette famille*, que j'ai publiée en 1836. Aujourd'hui j'en compte déjà plus de 527. Si, sans exagérer, nous évaluons à 80,000 le nombre des espèces des plantes vivantes connues jusqu'ici, la flore fossile, autant que nous la connaissons, monte à $\frac{4}{45}$ de la flore actuelle.

Les 1,792 espèces fossiles dont je viens de faire mention sont distribuées dans les différentes formations comme il suit :

Terrain de transition, grauwacke.....	8 familles avec	52 espèces.
Calcaire carbonifère.....	3	3
Terrain houiller.....	18	816
Grès rouge.....	4	39
Terrain Lommé zechstein et schiste cupri- fère.....	3	19
Grès bigarré.....	8	32
Calcaire conchylien.....	2	2 (1)
Marnes irisées.....	8	52
Lias.....	12	75
Terrain jurassique.....	9	159
Wealden formation (argile wealdienne)..	8	16
Grès vert.....	15	59
Craie.....	1	3
Monte Bolia.....	4	7
Terrain tertiaire. Éocène.....	10	120
— Miocène, molasse et plio- cène.....	52	327
Gisement inconnu.....	4	11
	169	1792

(1) *Neuropteris Gaillardotii*, Brongn. : *Caulerpites Blandowskianai*, Göppert, en Silésie-Supérieure.

M. de Persigny, en adressant à la Société un exemplaire de son *Mémoire sur la destination des pyramides d'Égypte et de Nubie*, fait les réflexions suivantes :

Dans ce Mémoire, communiqué sommairement à l'Académie des Sciences de Paris le 5 août dernier, j'ai entrepris de démontrer par des considérations historiques et archéologiques, géographiques et topographiques, et par des preuves physico-mathématiques, basées sur les documents les plus récents et les plus authentiques :

Que la destination des Pyramides comme monuments funéraires est tout-à-fait accessoire ;

Que ces merveilleuses constructions cachent un grand problème scientifique ;

Qu'elles ont pour fonction de garantir la vallée du Nil des invasions sablonneuses du désert ;

Que toutes, placées, soit isolément, soit en groupes, à l'entrée des vallées qui, de la région des sables mouvants, débouchent transversalement sur la plaine du Nil, sont disposées selon des lois remarquables, et qu'elles arrêtent les tourbillons sablonneux en s'attaquant aux causes mêmes du fléau, c'est-à-dire en présentant au vent du désert qui s'engage dans les gorges transversales de la montagne de grandes surfaces capables d'en modifier la vitesse ; en opposant, en un mot, au courant aérien une résistance égale à l'excès de vitesse nécessaire pour entraîner les sables ;

Qu'enfin, loin d'éterniser l'orgueil et la folie des Pharaons, elles sont les plus glorieux monuments de la sagesse et de la science des anciens Égyptiens.

M. de Collegno présente un exemplaire de son *Esquisse géologique de l'Italie* corrigé d'après les communications qu'ont bien voulu lui faire plusieurs membres de la Société. Ainsi la Sardaigne a été retouchée par M. de La Marmora, lors de son dernier voyage à Paris. En Corse, on a indiqué, d'après une carte encore inédite de M. Pareto, plusieurs masses de serpentine alignées du N. au S., depuis le Capo Corso jusqu'au parallèle d'Ajaccio, et un lambeau de terrains anciens (siluriens?) traversé par des porphyres rouges, au S. de Calvi. Dans les Alpes, les limites des calcaires plus ou moins dolomitiques du Tyrol ont été rectifiées d'après des

notes de voyage de M. Élie de Beaumont. M. de Collegno a indiqué, d'après des renseignements de M. Pasini, un lambeau tertiaire qui longe le pied des Alpes vénitiennes, depuis Bassano jusqu'au N. de Pordenone. Enfin, les limites des terrains jurassique, crétacé et subapennin des environs d'Ascoli ont été modifiées d'après une coupe publiée par MM. Orsini et Spada Lavini.

En définitive, toutes ces corrections ne portent que sur les limites de certains terrains, et nullement sur l'âge de ces terrains. M. de Collegno dit n'avoir rien trouvé, dans les observations qui ont été faites sur sa classification des terrains de l'Italie, qui lui paraisse devoir porter quelque changement à cette classification. On a cherché, par exemple, à comparer les terrains cristallins stratifiés des Alpes et des Apennins aux terrains de même nature des Pyrénées. M. de Collegno croit que, si l'on veut trouver dans cette dernière chaîne les analogues géologiques des terrains cristallins de l'Italie, les analogues des marbres de Carrare et de Serravezza, par exemple, ce sera dans les marbres de Saint-Béat et de Vicdessos qu'il faudra les chercher, et nullement dans ceux de Campan ou de Villefranche. Au reste, M. de Collegno déclare s'en rapporter, pour l'âge des terrains cristallins stratifiés de l'Italie, au mémoire de M. Studer, dont la Société a entendu une partie déjà dans la dernière séance.

M. de Collegno termine en répondant à une observation de M. Coquand, qui, tout en admettant que le calcaire rouge des Alpes et des Apennins appartient à la période jurassique, voudrait pourtant séparer « le calcaire rouge de Varese de celui de Como, de la Spezzia, de Campiglia, de Montieri. » (Voir le mémoire de M. Coquand, p. 155 de ce volume.) M. de Collegno rappelle à ce sujet la coupe qu'il a donnée des environs de Varese (*Bull.*, 2^e sér., t. I, pl. 2, fig. 5). On peut observer la même succession de terrains à l'O. de Varese, de Morosolo à Gavirate et à Fignano, et à l'E., depuis Malnate, par Saltrio, jusqu'au lac de Lugano, de sorte qu'on ne peut douter que l'ordre des superpositions des couches ne soit ici, comme sur le lac de Como, en allant de haut en bas :

1° Marnes calcaires rouges, bleuâtres et grisâtres, avec *Fucoides intricatus* et *Targionii*, passant tantôt à un grès assez grossier, tantôt à un calcaire avec Nummulites;

2° Calcaire blanc avec silex (*majolica*);

3° Calcaire marneux rouge, avec Ammonites jurassiques;

4° Calcaire gris de fumée, devenant très bitumineux à sa partie inférieure.

Que si une faille venait à porter le calcaire rouge à Ammonites à la hauteur d'une assise de marnes rouges à fucoïdes, il pourra arriver, d'après l'analogie minéralogique des deux calcaires marneux, que la couche qui contient sur un point les *Ammonites jurassiques* paraisse présenter un peu plus loin des *Fucoïdes crétacées*. C'est là précisément ce qui a lieu à Induno, à une petite heure au N. de Varese, et c'est là sans doute la circonstance qui fait dire à M. Coquand que le calcaire rouge de Varese n'est pas le même que celui de Como, etc. De telles failles sont fréquentes dans les Alpes italiennes. Dans le Vicentin, où les marnes crétacées contiennent quelquefois des lits de silex comme le calcaire rouge jurassique, il devient souvent assez difficile de reconnaître exactement la limite des deux formations. De là, malheureusement, des confusions qui dureraient depuis bien des années, et que l'autorité de M. de Buch a seule pu faire disparaître au congrès scientifique de Milan.

M. Élie de Beaumont dit, pour confirmer les idées de M. de Collegno, que, dans les monts Euganéens, les calcaires crétacés renferment des silex.

M. Constant Prévost donne lecture du Mémoire suivant
Sur la chronologie des terrains et le synchronisme des formations.

Les faits qui révèlent aux hommes des événements passés portent chacun la triple empreinte de leur *nature* spéciale, de leur *origine* et de leur *époque*.

Il importe, pour l'appréciation rationnelle de ces faits, de bien distinguer les caractères qu'ils ont reçus, soit de la diversité des *causes* qui les ont produits, soit de la différence des *temps* pendant lesquels ils ont eu lieu.

L'historien qui se propose de nous faire connaître un ancien peuple ne se borne pas à en dénommer les hommes célèbres, à enregistrer avec exactitude la date de leur naissance et de leur mort ; il tient compte pour chacun de son caractère national et de son caractère personnel ; il s'enquiert de la classe sociale à laquelle il a appartenu, de la profession qu'il a exercée, et enfin des circonstances et de l'époque pendant lesquelles il a vécu. Veut-il ensuite comparer un siècle à un autre siècle qui l'a précédé ou suivi ? il oppose aux caractères d'une certaine nature des caractères de même espèce ; il compare les hommes avec les hommes, les monuments avec les monuments, et ainsi de suite ; et encore, s'il compare les hommes entre eux, il doit opposer les militaires aux militaires, les magistrats aux magistrats, etc., et non pas les rois aux laboureurs et aux savants.

Ce que fait l'historien des hommes, le géologue, qui est l'historien de la terre, doit le faire également, et tenter l'application des mêmes principes et moyens généraux pour arriver à une étude méthodique et philosophique du sol.

Le *sol* est cette portion de la terre qui se trouve accessible à notre investigation directe ; il n'a pas toujours été tel qu'il est aujourd'hui, et il se compose de substances minérales, 1° qui diffèrent quant à leur *nature* ; 2° qui ont été formées par des *causes* évidemment diverses ; 3° qui ont été produites à des *époques* différentes. Il convient de former ainsi de ces substances trois groupes indépendants, qu'on peut désigner d'une manière fixe sous les noms distincts de *roches*, *formations*, *terrains*.

Les *roches* sont les éléments minéralogiques essentiels du sol, classés et caractérisés uniquement d'après leur nature intime et leurs qualités particulières. Elles sont *feldspathiques*, *pyroxéniques*, *calcaires*, etc., *granitiques*, *porphyriques*, *schisteuses*, etc.

Les *formations* sont les groupes de roches, quels que soient leur nature et leur âge, qui ont été formées par des *causes* analogues ou distinctes : *F. ignées*, *F. aqueuses*, *F. marines*, *F. d'eau douce*, etc.

Les *terrains* réunissent les roches de toute nature et de toute origine qui ont été produites dans une même période de temps : *primaires*, *secondaires*, *tertiaires*, ou *inférieurs*, *moyens*, *supérieurs*, etc.

Les *terrains* doivent donc être pour le géologue ce que pour l'historien sont les périodes, les siècles, les années, les mois, les jours, etc.

Les *formations* représentent, au contraire, les catégories,

classes ou états coexistants, tels, par exemple, le clergé, l'armée, la magistrature, etc.

Les *roches* pourraient, jusqu'à un certain point, être assimilées aux hommes remarquables, quels que soient leur rang et l'époque pendant laquelle ils auraient existé. En un mot, les *roches* de tous les temps diffèrent moins dans leur nature profonde que par des circonstances particulières d'origine et d'âge; les *formations* sont le résultat de causes contemporaines et *synchroniques*; les *terrains* constituent une série nécessairement *chronologique* et successive.

Et pour emprunter encore plus de clarté à une nouvelle comparaison, les *terrains* et les *formations* sont en quelque sorte comparables aux latitudes et aux longitudes des astronomes. Les *terrains* partagent l'épaisseur du sol en tranches horizontalement parallèles, tandis que les diverses *formations* séparent le même sol en tranches verticales; et de même qu'une zone terrestre se compose de fractions synchroniques prises à tous les méridiens, de même un *terrain* est la somme des produits contemporains empruntés aux *formations* diverses.

Une division et une nomenclature simple et rationnelle sont devenues nécessaires pour les besoins de la science, et cela d'autant plus que jusqu'à présent le plus fâcheux désaccord n'a pas cessé de régner dans le langage et les écrits des géologues modernes. Ainsi, tel dira indifféremment ou indistinctement, *T. marin*, *T. secondaire*, *T. granitique*; tel autre, *F. primitive*, *F. d'eau douce*, *F. calcaire*; tel autre enfin, une roche *ignée*, ou *tertiaire* ou *argileuse*, etc., sans avoir égard à la nature, à la cause, ou à l'âge des dépôts, pour les désigner par des expressions exclusives.

Depuis plus de vingt années, je me suis efforcé de faire prévaloir, dans la science, une nomenclature plus simple et un langage plus rationnel, soit en la publiant dans mes écrits, soit en l'employant avec méthode dans mon enseignement; et jusqu'à présent, la seule objection qui lui ait été faite, est la force des habitudes et des usages, et l'embarras d'en changer!

Les géologues anciens n'ont guère mieux fait, sous ce rapport, que les géologues actuels. Cependant Werner paraît avoir compris, le premier, la nécessité d'établir une technologie fixe. Il employa constamment divers termes, dont les mots *roches*, *formations*, *terrains*, sont la traduction plus ou moins exacte. Pour Werner, une même cause avait produit toutes les substances qui composent le *sol*; les éléments des *minéraux* et des *roches* avaient été tenus en solution ou en suspension dans un véhicule liquide. Les différences que présentaient les dépôts superposés n'étaient

pas dues à la diversité dans leur mode de formation, mais à l'époque relative où cette formation avait eu lieu. C'est ainsi que l'état cristallin des substances, l'absence de fragments et de fossiles dans les dépôts, la disposition massive de ceux-ci, caractérisaient spécialement les *terrains anciens* ou *terrains primitifs*, tandis que l'état d'agrégation, la stratification, la présence de débris organiques, indiquaient des dépôts relativement plus récents que les premiers, des *T. secondaires*, ou de *formation secondaire*; car alors, *terrain* et *formation* se rapportaient également à l'âge, puisque, d'après la théorie, toutes les roches des *T. primitifs*, comme celles des *T. secondaires*, auraient eu une origine commune *neptunienne*.

Il était réservé aux plus dignes disciples de Werner, aux deux savants géologues qui ont si bien profité des leçons de l'illustre maître et les ont immortalisées par leurs précieux travaux, de pénétrer plus avant dans la recherche de la vérité, tout en suivant la route qui leur avait été tracée.

Aux yeux de MM. de Buch et de Humboldt la *cause ignée*, jusque là négligée et repoussée par l'école de Freyberg, acquit une importance comparable à la cause aqueuse, et la production contemporaine des effets des deux causes agissant *synchroniquement* devint la conséquence nécessaire de cette première vue.

Depuis lors, tous les géologues ont adopté avec empressement cette idée. Moi-même, dès l'année 1822, j'ai rédigé pour les premiers cours de Géologie que je fis à l'Athénée de Paris un tableau synoptique dans lequel j'exprimais la séparation tranchée des *F. plutoniennes* et des *F. neptuniennes* dans chaque terrain. C'est ce tableau qui, sous le pinceau habile de M. Webster, est devenu la coupe idéale si pittoresque que le docteur Buckland a publiée dans sa *Géologie et minéralogie en rapport avec la théologie naturelle*; coupe qui a été depuis reproduite en Allemagne, et est devenue, pour ainsi dire, un manuel pour les cours et ouvrages élémentaires de géologie.

La distribution sur deux lignes parallèles des *F. ignées* et des *F. aqueuses* était un grand pas fait dans la science; elle est désormais fondée sur les observations aussi nombreuses que certaines de MM. de Buch, de Humboldt, Hausmann, Brongniart, de Bonnard, Élie de Beaumont, qui dans des localités différentes constatèrent la superposition de roches granitoïdes à des calcaires fossilifères de divers âges, et d'un autre côté sur la transition graduée que la composition, la structure, le gisement, établis-

sent entre les granites les plus anciens et les laves les plus modernes. L'étude des phénomènes actuels appliqués aux phénomènes anciens a achevé de démontrer, comme une vérité incontestable, l'action *synchrone* des deux principales causes plutoniennes et neptuniennes.

Un grand avantage, du reste, résulte de cette séparation en deux classes des causes et des effets pour la distribution chronologique et la caractérisation des terrains; car, en éliminant d'abord toute la classe des roches pyrogènes, il ne reste plus à comparer entre elles que les roches neptuniennes, dont l'ordre de superposition entre elles peut constater l'ancienneté ou la nouveauté relatives.

Et d'abord si l'on jette un coup d'œil sur les formations neptuniennes de tous les âges, on remarque des *variétés synchroniques* qui ont des caractères particuliers, et qu'il ne faut pas confondre avec ceux que la diversité des temps leur a imprimés. En effet, l'on trouvera des différences dans les dépôts neptuniens, suivant qu'ils auront été formés sur le sol inondé ou sur le sol émergé, suivant que les eaux auront été courantes, stagnantes, fluviatiles, lacustres, marines. Leur nature minéralogique pourra changer dans ces divers modes de formation, dont chacune sera caractérisée par des fossiles différents, de manière que dans le même moment, *synchroniquement*, des dépôts très dissemblables auront lieu.

De cette manière, les mêmes principes et les mêmes raisons qui ont conduit à séparer, pour la classification des terrains, les formations ignées, doivent conduire naturellement à distinguer les unes des autres les *formations neptuniennes* de diverses sortes, pour n'avoir plus à comparer entre eux et successivement que les effets chronologiques de chaque sorte.

On peut arriver ainsi à sous-diviser la série générale des terrains en autant de séries synchroniques partielles qu'il y a de *formations distinctes*. Mais ici il faut observer que les séries partielles de formations n'ont pas toutes une longueur et une continuité égales; telle ne constate que des effets locaux interrompus, tandis que d'autres annoncent des actions générales continues, conséquemment plus apparentes. On peut dire, par exemple, d'une manière générale, que les formations d'eau douce n'ont pas la continuité, la constance et l'importance des formations *sous-marines*.

D'une autre part, la forme, l'étendue, la position respective des bassins marins changent et ont certainement changé un

grand nombre de fois; de sorte qu'un même point du sol a pu être successivement et alternativement quelquefois un fond de mer, un rivage, un fond de lac, un lit de fleuve, un continent, etc.

Il résulterait donc, en définitive, que pour établir une classification chronologique des terrains et en composer une série dont tous les termes puissent être comparables, on peut prendre uniquement comme type la seule série des formations évidemment sous-marines, annexant ensuite à chaque terrain-type les portions des diverses formations d'eau douce et des formations ignées que des rapports de gisement, des connexions et diverses autres circonstances feront considérer comme appartenant à la même période.

Or, à quels caractères certains pourra-t-on reconnaître les formations exclusivement marines, pour ensuite essayer de les ranger chronologiquement? L'étude des phénomènes actuels nous sera d'un très puissant secours pour arriver à bien reconnaître ces caractères.

Et en effet, que se passe-t-il encore sous nos yeux sur le sol exondé ou au fond des mers? Abstraction faite de quelques travertins ou sédiments déposés par des sources calcarifères ou silicifères au sein des eaux salées, dépôts qui ne peuvent être bien distincts de ceux de la même nature qui se forment sous les eaux douces; abstraction faite également des matières ignées que les volcans sous-marins déversent sur le fond des mers, et que les eaux marines emploient à peu près comme le feraient des eaux lacustres, on voit agir simultanément deux causes, pour ainsi dire rivales, antagonistes, qui produisent d'une manière bien autrement puissante des effets égaux qui se distinguent nettement lorsqu'ils restent isolés, mais qui souvent se confondent, se combinent et se succèdent sur le même point, en constituant ensemble les 9/10 des strates qui élèvent le fond des mers. Ces deux grandes causes sont, d'une part, les *eaux salées de la mer*, avec les animaux nombreux qui les habitent; d'une autre part, les *eaux fluviales affluentes* qui apportent à la mer les matériaux organiques ou inorganiques arrachés au sol qu'elles ont traversé.

On n'a pas assez réfléchi, lorsqu'on a dit que les formations fluvio-marines n'étaient que des accidents locaux d'embouchure, et nullement comparables pour leur importance aux formations marines. On pourrait presque avancer sans paradoxe que dans certaines mers bordées de vastes continents, les eaux douces con-

tinentalles produisent plus dans la mer que les eaux marines elles-mêmes.

Pour n'en citer qu'un seul exemple , le cours du Mississipi n'a pas moins de 1,500 lieues en ligne directe ; si l'on y joint celui de ses affluents, si l'on fait la remarque que les eaux agissent également sur les deux rives, on sera facilement convaincu que ce seul fleuve doit enlever plus de matières sédimentaires au continent qu'il traverse que les vagues de la mer n'en arrachent au rivage sur tout le pourtour des deux Amériques.

Reste maintenant à isoler les formations exclusivement *marines* des formations que j'appelle *fluvio-marines*. Si l'on jette un coup d'œil sur ce qui se passe encore de nos jours sur le trajet de tous les fleuves et à leur embouchure ; si l'on cherche à se rendre compte de la nature des dépôts qui se forment ainsi, on remarquera la prédominance des sédiments alternativement argilo-arénacés, la présence de végétaux terrestres, et particulièrement de charbons, l'existence d'animaux fluviatiles associés à des animaux marins, dans les formations *fluvio-marines*. On peut ajouter l'état de bonne conservation des fossiles, leur isolement et leur groupement par familles et par lits, et l'absence presque absolue de polypiers pierreux.

Au contraire, la prédominance de roches calcaires, composées de fragments plus ou moins atténués, mais reconnaissables, de coquilles marines, mais surtout de nombreux madrépores, et à plus forte raison des bancs en place de polypiers, caractérisent évidemment les *formations marines* ; la rareté et l'isolement de débris végétaux et de squelettes entiers, l'entassement sans ordre des coquilles univalves et bivalves, littorales et pélagiennes, la désunion des valves, la mauvaise conservation du plus grand nombre, sont des caractères secondaires qui viennent se joindre aux premiers.

Si maintenant on embrasse d'une manière générale l'innombrable série des couches alternativement argilo-arénacées et calcaires qui composent l'ensemble des terrains du centre de l'Europe, on voit se dessiner deux grands groupes, dont les caractères particuliers ne peuvent évidemment pas être attribués à l'époque, mais bien au mode de formation. D'une part, les vases, les sables, les grès, les marnes, les argiles ; d'une autre part, les bancs de polypiers, les amas coquilliers, les calcaires, etc.

Argiles, grès et lignites tertiaires.
Gault et une partie des couches
marneuses des sables verts cré-
tacés.

Argiles de Weald et grès de Tilgaet,
Hasting.

Argiles de Honfleur et de Kimme-
ridge.

Argiles de Dives et d'Oxford.

Argiles et grès à stipites de Brora et
du Yorkshire.

Argiles et grès à lignite du lias.

Houille de Petit-Cœur en Taren-
taise.

Marnes, grès et végétaux du keu-
per.

Marnes, grès et houilles des grès
bigarrés.

Schistes, grès houillers et houille
proprement dite.

Schistes, grès et charbons dévo-
niens de la Loire, etc.

Faluns de Palerme, de Syracuse,
de Dax, etc.

Crag et calcaire grossier parisien.

Craie de Maëstricht.

Craie de Meudon, Saintonge.

Calcaire de Portland.

Coral rag et calcaire à polypiers de
Caen.

Calcaires oolitiques, supérieur,
moyen et inférieur.

Le calcaire à encrines.

Le muschelkalk.

Le zechstein.

Le magnesian limestone.

Le calcaire carbonifère.

Le calcaire silurien, etc.

Les embranchements de chacun de ces deux groupes opposés l'un à l'autre, et placés parallèlement dans le temps, se remplacent réellement sur certains points, tandis que sur d'autres ils se confondent, se pénètrent, s'enchevêtrent, se superposent ou alternent. Ils représentent dans chacune des époques de la formation du sol les effets synchroniques de deux causes distinctes qui n'ont pas cessé d'agir simultanément.

M. Constant Prévost met sous les yeux de la Société, à l'appui de sa théorie, un tableau synoptique qui établit clairement cette correspondance, telle qu'il la comprend.

En résumé, ajoute-t-il, pour classer par ordre *chronologique* les matériaux qui constituent le sol et caractérisent les terrains, on doit préliminairement grouper ces matériaux en séries partielles, d'après leur origine ou mode de formation.

Il faut comparer les terrains entre eux dans les formations de même sorte, en prenant pour type celles qui sont les plus générales, les plus constantes, et assujetties à moins de variations accidentelles et locales. On peut prendre, par exemple, les calcaires grossiers à coquilles marines et à polypiers de toutes les époques; puis les roches arénacées, argileuses, charbonneuses, qui sont en connexion intime et qui alternent avec eux. Il ne reste plus qu'à

annexer à ces premières séries fondamentales les formations aqueuses, *estuariennes*, *fluviales*, *lacustres*, *palustrines*, *travertines*, etc.; puis les formations *ignées* synchroniques correspondantes. De cette manière, l'étude du sol devient, comme on le voit, aussi simple et facile que méthodique.

Il me semble résulter de l'ensemble des considérations précédentes, que si pour moi les corps organisés fossiles peuvent servir à caractériser les formations, ils ne peuvent pas être employés aussi sûrement à caractériser les *terrains*, puisque des dépôts de même âge renferment exclusivement des fossiles différents, tandis que des dépôts d'âges très éloignés contiennent les mêmes fossiles. Je proteste en conséquence contre les abus que l'on fait chaque jour de plus en plus de l'application de la paléontologie à la géologie, en me réservant, au surplus, de publier incessamment un nouveau travail sur l'emploi que l'on peut faire des fossiles pour la détermination de l'âge des terrains.

M. Deshayes annonce qu'il répondra après la publication du Mémoire de M. Constant Prévost.

Une discussion s'élève entre MM. de Verneuil, Constant Prévost et Deshayes sur l'abus de l'emploi des fossiles dans les déterminations des terrains.

M. Deshayes fait observer qu'il a déterminé à l'avance presque tous les terrains tertiaires de l'Europe dont la superposition a été vérifiée depuis.

Il soutient que quand les superpositions et les fossiles se correspondent dans un grand nombre de localités, il est bien permis d'admettre un certain rapport entre les deux ordres de choses.

M. Vogt soutient l'opinion de M. Deshayes relativement aux poissons fossiles.

Séance du 21 avril 1845.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL, *vice-président*.

M. Le Blanc, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

FOURNET, professeur à la Faculté des sciences, à Lyon (Rhône), présenté par MM. Élie de Beaumont et Viquesnel.

LAMBOTTE (Henri), docteur ès-sciences, professeur à l'Athénée, à Namur (Belgique), présenté par MM. d'Omalius d'Hallo et d'Archiac.

FOUR (Michel), propriétaire à Arc, près Gray (Haute-Saône), présenté par MM. Renoir et Le Blanc.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Nérée Boubée, 1^o *Manuel élémentaire de géologie appliquée à l'agriculture et à l'industrie*, 4^e édit., in-18, 368 p. et 28 p. additionnelles, 1 pl. Paris, 1842.

2^o *Tableau de l'état du globe à ses différents âges* (atlas, 1^{er} tableau), 4^e édit., 1 feuille colombier, gravée et coloriée. Paris, 1835.

3^o *Tableau figuratif de la structure minérale du globe* (atlas, 2^e tableau), 1 feuille colombier, gravée et coloriée. Paris, 1839.

4^o *Les chemins de fer et l'amendement des terres*, in-8^o, 30 p. Paris, 1844.

De la part de M. P.-M. Pedroni fils, *Mémoire sur les poissons fossiles du département de la Gironde*, in-8^o, 25 p., 2 pl. Bordeaux, 1845.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, *Paléontologie française, terrains jurassiques*, livr. 27 à 29; *terrains crétacés*, 89 à 96.

La Société reçoit, en outre, les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1845, 1^{er} sem., t. XX, n^{os} 14 et 15.

Bulletin de la Société de géographie, 3^e sér., t. III, n^o 15, mars 1845.

Mémorial encyclopédique, février 1845.

L'Écho du monde savant, 1845, n^{os} 26 à 28.

L'Institut, 1845, n^{os} 589 et 590.

Proceedings of the geological Society of London, vol. IV, 1843, part. I, n^{os} 94 à 96, et part. II, n^o 97.

The Athenæum, 1845, n^{os} 911 et 912.

The Mining Journal, 1845, n^{os} 503 et 504.

M. le Secrétaire soumet à l'assemblée l'avis suivant, adopté par le Conseil :

« Le Conseil, délibérant sur les demandes formulées par
 » les lettres de M. Eugène Arnoult, directeur du journal
 » *L'Institut*, en date des 30 mars et 16 avril 1845, est d'avis
 » qu'il pourra rendre un compte succinct des séances de la
 » Société, et, pour cela, prendre connaissance de ses procès-
 » verbaux, mais en en faisant la demande chaque fois au se-
 » crétaire, et en indiquant les mémoires qu'il voudra consul-
 » ter. Il est entendu, par le fait de cette demande, renouvelée
 » chaque fois, que le secrétaire ou l'auteur pourra toujours,
 » quand il le jugera convenable, refuser la communication
 » demandée. MM. les membres seront prévenus par le *Bul-*
 » *letin* de cette disposition, afin qu'ils indiquent sur leurs
 » mémoires s'ils entendent en refuser la communication. Le
 » compte-rendu de M. Arnoult sera soumis au secrétaire
 » pour recevoir ses observations. »

La Société, après en avoir délibéré, adopte cet avis.

M. le Secrétaire lit une lettre de M. Boubée, qui propose à la Société de déléguer trois membres pour prendre part aux travaux du congrès agricole de Paris.

La Société ajourne sa décision à cet égard.

M. le Trésorier présente à la Société, de la part de M. Achille de Zigno, un dessin de Criocéras qu'il a trouvés dans le terrain crétacé des monts Euganéens, près de Padoue (voir *Bulletin de la Société*, séance du 7 avril 1845). Notre confrère, dit-il, a cru reconnaître parmi ces fossiles deux espèces différentes : l'une, qu'il regarde comme une espèce nouvelle, voisine du *C. Duvalii* et du *C. Villiersianus*, d'Orb. ; l'autre,

qu'il rapporte à un individu jeune du *C. Emerici*, Léveillé. Par sa lettre d'envoi, M. de Zigno me prie de soumettre ses dessins à l'examen de la Société; il désire que les paléontologistes veuillent bien vérifier l'exactitude de ses déterminations. Pour satisfaire aux vœux exprimés par l'auteur, j'ai présenté les dessins à MM. Deshayes et Alc. d'Orbigny. Ces deux savants considèrent les fossiles de M. A. de Zigno comme appartenant à une seule espèce, au *Crioceras Emerici*, Léveillé. Ils pensent que les différences observées dans les deux échantillons résultent de la différence d'âge des coquilles, et que les protubérances, saillantes dans l'individu jeune, se sont effacées en partie dans l'individu adulte.

M. Alc. d'Orbigny ajoute que les fossiles en question se rencontrent dans le terrain néocomien, en Provence. M. Paillette en a trouvé de semblables en Espagne. Ainsi, la mer qui a déposé le terrain néocomien s'est étendue sur une grande partie de l'Europe.

M. Le Blanc annonce à la Société qu'on trouve dans le numéro du 15 mars 1845 de la *Bibliothèque universelle de Genève*, p. 126, un article de M. de Charpentier sur les glaciers, lu à Milan le 14 septembre 1844. Cet article peut être considéré comme une réponse au mémoire de M. de Collegno, publié dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. II, p. 284.

M. Coquand adresse la lettre suivante, en réponse à la note de M. de Collegno sur les terrains tertiaires de la Toscane.

Dans son Mémoire sur les terrains tertiaires de la Toscane, M. de Collegno faisait la *panchina* supérieure aux marnes subapennines, et il considérait comme subapennines les marnes bleues (*matajone*) qui lui sont inférieures et qui se répandent sur les deux flancs de la vallée de la *Cecina*; or, dans cette vallée comme dans celles du *Pavone*, de la *Tressa*, de la *Possera* et de la *Cornia*, la *panchina* supporte incontestablement les marnes subapennines; à *Pomérance* même, M. de Collegno aurait pu s'assurer, en parcourant cette molasse dans le sens de son inclinaison, que cet étage supporte réellement les argiles à *Nucula Margaritacea*, à *Pecten sænensis*, etc., et qu'il est discordant, mais de la manière la plus frappante, avec d'autres argiles bleues,

sans fossiles subapennins, mais avec gypse, avec cailloux ophiolitiques, et avec lignite collant, appartenant à un autre étage plus inférieur. En combattant donc l'opinion de M. Savi, qui considérait la *panchina* comme quaternaire, et celle de M. de Collegno, qui assignait sa position au-dessus des marnes subapennines, je redressais un fait de superposition mal constaté, et j'avais bien soin de séparer cette *panchina*, que je nommais molasse marine, d'une autre *panchina* supérieure aux marnes subapennines, que j'avais observée à *Bibbena* et à *Riparbella*, et qui présente des caractères et une distribution de fossiles bien différents. Quant aux *Pecten latissimus* et *benedictus*, les seules espèces dont j'aie pu citer le nom avec quelque certitude (manquant en Toscane de collections et de livres pour arriver à la détermination exacte des autres fossiles), M. de Collegno assure que le premier est certainement subapennin, et que le second est aussi indiqué comme subapennin dans les environs de Perpignan. Ce que je sais bien, c'est que j'ai recueilli ces deux espèces dans les molasses d'Aix, de Cadenet, de Saint-Paul-trois-Châteaux, de toute la Provence, et que Labèche (*Manuel de géologie*, p. 261) cite la dernière dans les mêmes molasses. Cependant je conviens avec M. de Collegno que deux espèces ne suffisent pas pour établir la séparation de deux étages tertiaires concordants. Enregistrons toutefois en ce moment même le bénéfice de la superposition, en attendant que je sois plus tard en mesure de faire déterminer par un bon paléontologiste les fossiles que j'ai recueillis et dans ma molasse inférieure aux marnes subapennines, et dans celle qui les couronne.

M. de Collegno me reproche en second lieu d'avoir comparé le terrain à lignite de la Toscane à des localités trop éloignées (1), en le comparant à celui de la Provence, et il choisit pour justifier son classement les lignites de *Cadibona* et de *Caniparola*, dans la Ligurie, et la présence de sables serpentineux dans les lignites de

(1) Dans sa note, M. de Collegno dit : « M. Savi et moi nous l'avons comparé à des localités moins éloignées ; » à ce propos, il ne sera pas inutile de rectifier cette assertion et de transcrire les propres paroles du savant professeur de Pise :

« Per conseguenza i terreni carboniferi delle Maremme hanno la » situazione di quelli che trovansi nel Genovesato a *Cadibona*, di quegli » della Francia meridionale detti dal Brongniart de *lignite soissonais*, » che scavasi fra *Marsiglia*, *Aix* e *Tolone*. » (*Sopra i carboni fossili delle Maremme Toscane*, pag. 34.)

la Toscane et dans un terrain qui, dans les environs de Turin, est miocène. Je connais le gisement de *Caniparola*, qui, n'étant autre chose qu'un lambeau du terrain à lignite de la Toscane, doit nécessairement en partager tous les caractères; et il en est ainsi des terrains du même âge et de même nature que l'on rencontre dans les vallées de l'*Ombrone*, de l'*Albegna* et de la *Fiora*, dans les États de l'Église, et dont M. Pilla a constaté le prolongement jusque dans la Calabre. Au lieu donc de comparer deux parties d'un même tout l'une à l'autre, j'ai comparé ce tout à un terrain mieux connu, et qui, toute supputation faite, si on prend surtout les lambeaux tertiaires rapprochés de la rivière du Var, n'est pas plus éloigné de la Toscane que Turin n'est distant de Monte-Bamboli. J'avais l'avantage en même temps de ne pas sortir du bassin méditerranéen, et surtout de ne pas franchir la grande chaîne de l'Apennin: or, en assimilant le terrain à lignite de *Monte-Bamboli*, de *Monte-Massi*, de la *Lama*, de *Manciano*, etc., et de *Caniparola*, à ceux des environs d'Aix et de Gargas, je me fondais sur la coexistence dans ces diverses localités, bien qu'éloignées les unes des autres, du *palmaçites carnationis*, des mêmes *thuya*, des mêmes *strobyles de pin*, des mêmes feuilles dicotylédones, de poissons et d'autres fossiles identiques. Quant aux sables serpentineux communs aux lignites de la Toscane, ainsi qu'à un terrain tertiaire moyen de Turin, dont M. de Collegno voudrait se faire une arme contre ma déduction, je suis loin de partager au même degré que ce savant la confiance que ce caractère minéralogique lui inspire. En Toscane, en effet, dans les régions mêmes occupées par les lignites tertiaires, et notamment à *Libiano* et à *Monte-Castelli*, dans les environs de *Pomérançe*, il est incontestable que les serpentines sont antérieures à l'alberèse et au macigno; car on voit très distinctement des couches de poudingue et de grès serpentineux occuper la partie inférieure de cette formation secondaire, et alterner à plusieurs reprises avec quelques unes de ces couches, qui renferment les *fucus Targioni* et *intricatus*, circonstance qui prouve qu'il a existé plusieurs apparitions de serpentine qui ne datent pas toutes de la période tertiaire. Ma collection n'est pas la seule qui possède la démonstration de ce fait: mon ami M. Pilla a en main un échantillon d'alberèse provenant d'une autre localité, dans lequel on voit un noyau de serpentine enclavé. Pourrait-on conclure de ces exemples que, parce que le macigno et l'alberèse renferment sur quelques points de l'Etrurie des sables serpentineux, ces ma-

cignos et ces alberèses doivent être rapportés à la période tertiaire miocène et aux terrains des environs de Turin ?

Passons à la troisième assertion de mon Mémoire, critiquée par M. de Collegno. Je disais que les gypses et les sels gemmes de la vallée de la *Cecina* étaient une dépendance de l'étage inférieur du terrain tertiaire, et qu'ils se trouvaient discordants avec la molasse et les marnes subapennines. M. de Collegno, pour prouver que ces deux substances (et il aurait pu y ajouter les gypses, car à la *Lama* les lignites et les gypses sont associés) appartiennent, non à cet étage, mais aux marnes subapennines, se fonde sur les résultats d'un sondage pratiqué aux salines, que je connaissais avant qu'il les eût consignés dans son Mémoire. Or, que prouve ce sondage? que le gypse et le sel gemme enclavés dans une même argile alternent ensemble. Je l'admets; mais le sondage indique-t-il que cette argile soit subapennine? M. de Collegno a-t-il cité dans les alentours du puits d'extraction ces mêmes fossiles subapennins si abondants à *San-Dalmazio*, à la *Bacchetona*, dans le voisinage de *Volterra* et de *Pomérançe*? Ce que je n'admets pas, c'est que ces deux substances soient enclavées dans les marnes subapennines; car, je le répète, il existe entre celles-ci et les argiles gypsifères et salifères une discordance de stratification si évidente, non seulement dans la vallée de la *Cecina*, mais encore dans toute la Toscane, qu'on ne peut se méprendre sur leur véritable position relative que par suite d'une confusion, d'ailleurs assez facile à faire dans les premiers jours de course, entre les marnes subapennines à fossiles et les marnes bleues sans fossiles: or, ces dernières, à *Pomérançe*, au pont de la *Cecina*, localité citée et étudiée par M. de Collegno, et par conséquent les mêmes marnes qui se trouvent en face, du côté opposé de la rivière, et que l'on n'abandonne plus jusqu'aux salines et jusqu'à la mer, sont recouvertes transgressivement par l'étage subapennin, et n'ont de commun avec celui-ci que la couleur bleue des argiles, particularité qui s'explique d'elle-même, puisque les argiles gypsifères (tertiaire inférieur), par suite de dénudation et d'un redressement antérieurement éprouvés, battues par la mer subapennine, ont fourni la presque totalité des matériaux qui composent l'étage subapennin. On concevra de cette manière comment les unes sont si riches en fossiles propres à la faune subapennine, et comment les autres en sont totalement dépourvues, sans être obligé de recourir à la supposition d'une intervention métamorphique pour expliquer l'origine des gypses stratifiés al-

ternant avec des cailloux calcaires non *gypsifiés*, à la disposition des coquilles. Il n'y a qu'à revoir ma coupe de *Fonte-Bagni* pour trouver la confirmation de ce que j'avance ici ; et cette disposition se maintient, non seulement dans la vallée de la *Cecina*, mais encore dans celles de la *Cernia*, de la *Trossa*, de la *Possera* et du *Pavone*. Les environs de *San-Dalmazio*, de la *Lama*, le défilé de la plaine de *Mitigliano*, présentent aussi le recouvrement progressif des argiles bleues à gypse et à lignite par le calcaire marin que j'ai appelé *molasse* et par les marnes subapennines à fossiles. Des exemples analogues sont fournis par l'étude des terrains tertiaires des vallées de l'*Albegna*, dans le *Grossitano*, où, comme dans le val de *Cecina*, les argiles bleues à lignite, qu'à leur aspect on serait tenté de considérer comme subapennines, se trouvent recouvertes d'une manière discordante en tout ou en partie par les vraies marnes subapennines. Si je reviens sur ce sujet, c'est par suite de la confusion faite par M. de Collegno, au pont même de la *Cecina*, entre ces deux étages, que ce savant a classé les gypses et le sel gemme dans les marnes subapennines ; et sur cette question il se trouve complètement en désaccord d'abord avec les faits eux-mêmes, et ensuite avec M. Savi, qui a été directeur des salines pendant plusieurs années, avec M. Pilla et avec les autres géologues toscans, qui, ainsi que moi, n'ont jamais considéré les gypses et les sels gemmes comme appartenant aux marnes subapennines. Les gypses que M. de Collegno fait exister dans son terrain tertiaire moyen de la vallée de la *Cecina* ne diffèrent en rien, quant à l'origine et quant à la position, et ne peuvent différer en rien des premiers, puisqu'ils sont les mêmes que ceux des salines et du pont suspendu, trouvant naturellement leur place dans le même étage, c'est-à-dire dans l'étage ophiolitique de Savi. Quant à ceux que le même observateur cite près de *Monte-Cerboli* au milieu du macigno, et qui ne peuvent se rapporter qu'au gisement que l'on remarque près de la croix qui marque la bifurcation du chemin des Lagoni et de la route provinciale de Volterra à Massa maritima, je puis assurer qu'ils appartiennent également à un terrain tertiaire ophiolitique enclavé dans l'alberèse, mais parfaitement distinct de ce terrain secondaire. Ce lambeau forme une portion de la ceinture qui de la *Trossa* remonte par *Monte-Cerboli* dans les vallées de la *Possera*, du *Pavone*, franchit la *Cecina* en face de *Radicondoli*, et vient se terminer aux gypses et au sel gemme des salines, en dessinant au milieu du macigno les limites du bassin tertiaire. Je sais bien que les vapeurs des lagoni de *Monte-*

Cerboli, de *Sasso*, etc., convertissent sur place l'alberèse en sulfate de chaux; mais ce phénomène intéressant et qui reproduit à l'état vivant (qu'on me passe la comparaison) la formation des gisements anormaux de gypse dans la Provence et dans le Dauphiné, est limité aux points mêmes traversés par les vapeurs sulfureuses, et ne peut être invoqué pour l'explication de l'origine de nos gypses tertiaires sédimentaires, gypses, en dernière analyse, qui, loin de présenter une absence complète de fossiles, n'en présentent pas de subapennins, il est vrai, mais renferment de nombreuses plantes dicotylédones, des *Thuya*, des *Palmiers*, des *Cardium*, des *Mytilus*, des poissons, des mammifères, en un mot des corps organisés et une stratification identiques à ceux qui caractérisent les terrains gypsifères et lignitifères d'Aix et de Gargat.

Je conclus donc avec M. Savi, et contrairement à l'opinion de M. de Collegno : 1° que les gypses et les sels gemmes appartiennent à la partie la plus inférieure du terrain tertiaire en Toscane, parce qu'ils sont discordants avec les marnes subapennines;

2° Qu'il existe dans les vallées de la *Cornia*, du *Pavone*, de la *Possera*, de la *Cecina* et de la *Sterza*, à la base des marnes subapennines, un puissant étage marin, avec fossiles différents de ceux des marnes, qui n'avait été signalé par aucun géologue, et qui pourrait bien représenter la molasse du midi de la France, puisqu'il occupe la même position;

3° Qu'en tout état de cause, l'étage tertiaire à lignite, à gypse et à sel gemme de Toscane, contenant les mêmes fossiles et occupant la même position que les terrains gypsifères et lignitifères d'Aix et de Gargat, doit être pour l'âge assimilé à ces mêmes terrains du midi de la France (1).

M. Coquand fait observer, relativement à la dernière note de M. Gras, sur les spilites du Dauphiné, qu'à son tour il ne reprendra plus la discussion sur l'origine et la nature de ces roches; il se borne à annoncer que, les raisons apportées par son savant contradicteur ne lui paraissant pas assez concluantes pour lui faire embrasser ses opinions théoriques,

(1) Pour plus de développement, consulter le mémoire de M. Savi (*Giornale dei Letterati*, 1857), et son excellent travail, *Sopra i carboni fossili delle Maremme*, dont celui de M. de Collegno, à part la position des gypses, du sel gemme, et l'âge de la *panchina*, peut être regardé comme une très bonne analyse.

il préfère rester dans la classe des géologues qui ne croient pas devoir renoncer de prime abord à leur manière de voir pour adopter celle de M. Gras.

A la suite de cette lecture, M. de Collegno déclare persister toujours dans ses opinions sur les terrains tertiaires de la Toscane. Ces opinions, au reste, ne sont peut-être pas aussi loin de celles de M. Coquand que ce savant paraît le croire. M. de Collegno, par exemple, ne prétend nullement que les lignites de la Toscane ne soient du même âge que ceux de la Provence; mais est-il bien prouvé que ces lignites n'appartiennent pas eux-mêmes à l'étage tertiaire moyen?

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Coquand sur la découverte faite dans les plâtrières d'Aix d'une grenouille fossile.

Parmi les fossiles que je possède des plâtrières d'Aix, une empreinte remarquable et très reconnaissable de reptile appartenant à l'ordre des Batraciens, famille des *Anoures*, a particulièrement fixé mon attention. M. Boué (*Guide du géol.*, t. II, pag. 259) cite bien, dans les terrains tertiaires, la présence de quelques reptiles, tels que *Salamandres*, *Ranæ*, *Ophidiens*; mais comme il n'entre dans aucune particularité, ni quant à leur description, ni quant aux localités où ils ont été trouvés, je pense que le paléontologiste ne lira pas sans intérêt quelques détails sur l'espèce que je possède.

Ses dimensions sont les suivantes:

Longueur totale du corps,		<i>Cubitus et radius...</i> tronqués	
tête y comprise.....	32 ^{mm}	en partie.	
Grand diamètre de la tête..	13	<i>Fémur</i>	12 ^{mm}
Diamètre transversal.....	8	<i>Tibia</i>	12
Diamètre du <i>sternum</i> à l'ori-		<i>Tarse</i>	7
gine des pieds antérieurs.	9	<i>Doigt d'un pied postérieur...</i>	5
Longueur de l' <i>humérus</i>	6		

Le corps de cette espèce, que je nommerai *Rana aquensis*, n'est pas aussi ramassé que celui de la grenouille ordinaire; sa tête, quoique aussi plate, est plus allongée, et est terminée par un museau qui dessine un ovale presque parfait. Les os des pieds de derrière sont proportionnellement plus longs, quoique moins forts; enfin, sa forme est beaucoup plus effilée que celle des autres batraciens anoures, et peut convenir aussi bien aux gre-

neuilles proprement dites qu'aux *Rainettes* (*Hyla*), qui ne diffèrent des premières que par l'extrémité de chacun de leurs doigts, qui est élargie et arrondie en une espèce de pelote visqueuse. Mais, comme on le pense bien, la fossilisation n'a pas respecté ce caractère. La *Rana aquensis* a conservé une partie de sa peau; il n'y a guère que les pieds qui en aient été dépouillés et qui soient représentés par les os qui en forment la charpente. Ainsi qu'on peut en juger par les dimensions, cette grenouille fossile est assez petite, et sa taille est loin de correspondre à l'idée qu'on peut se représenter de la faune tertiaire d'Aix, si on la reconstruit sur les palmiers, les crocodiles et les autres animaux qui ont laissé leurs dépouilles dans les marnes gypseuses.

On sait que lorsqu'on annonça à la Société entomologique de Paris la découverte dans les mêmes terrains d'un lépidoptère diurne, M. Boisduval, un des plus fameux entomologistes de l'Europe, considéra ce fait comme tellement neuf, qu'il ne voulut y croire qu'après avoir examiné l'échantillon en nature. Comme cette découverte est passée pour ainsi dire inaperçue, et comme elle rentre dans le domaine de la philosophie paléontologique, on me pardonnera d'entrer dans quelques détails sur cette rencontre, je dirai presque miraculeuse, qui a permis à M. Boisduval de reconnaître, non seulement le genre auquel ce lépidoptère appartenait, mais encore d'en établir l'espèce avec la plus grande facilité. Comme l'opinion de ce savant se trouve en parfaite harmonie avec les idées que j'ai professées et publiées auparavant sur la température probable du globe, à l'époque du dépôt des gypses d'Aix, je ne puis résister à m'appuyer sur une autorité si imposante, d'autant mieux que M. M. de Serres (*Géognosie des terrains tertiaires*, p. 220 et suiv.) avance que les genres des insectes fossiles de cette localité existent tous dans le pays, en reconnaissant quelquefois les identiques dans des climats un peu plus méridionaux, comme dans la Sicile et dans la Calabre; et que M. Boué (*Guide*, II, p. 286) dit qu'on sait que les plantes et les poissons fossiles d'Aix se rapprochent aussi considérablement des végétaux et des poissons de mer de la Provence, tandis qu'il est bien prouvé que les marnes gypsifères d'Aix sont essentiellement d'origine lacustre, et qu'on n'y a jamais découvert aucun animal ni aucune plante marine. M. Curtis (*Edinburgh, New Phil. Journal*, oct. 1829) rapporte également tous les échantillons provenant d'Aix à des formes qui existent encore maintenant. Or, comme les gypses d'Aix sont inférieurs aux molasses marines de l'étage moyen, qui renferment des animaux dont la plupart

des genres ne vivent que dans la région des tropiques, la rencontre dans un étage inférieur d'espèces vivant encore dans la contrée ou dans des contrées voisines, établissait un fait de distribution anormale et une contradiction, non seulement avec presque tous les faits connus, mais encore avec la présence dans la même couche de crocodiles, de palmiers et d'autres espèces des pays chauds. Nous devons donc considérer les conclusions émises par les savants que nous venons de citer comme le résultat de déterminations fautives, dans lesquelles la spécialité de M. Boisduval l'a empêché de tomber. Cet entomologiste reconnaît « que les espèces les plus communes des insectes des plâ- » trières d'Aix sont une espèce de diptère du genre *Bibio* ou » *Cecidomya*, plusieurs espèces de *Tipulaires*, de grands *Curculio-* » *nites* voisins des *Otiorhynchus*, des larves ou des nymphes de » *Libellules*, des *Blattes*, des *Ichneumons*, des *Fourmis* et des » *Araignées*. Tous ces fossiles appartiennent à des espèces perdues, » mais dont les genres, encore vivants aujourd'hui, sont étran- » gers à l'Europe.

» Le lépidoptère diurne fait partie d'un de ces genres, dont les » espèces, assez peu nombreuses, sont confinées aujourd'hui » dans les îles de l'archipel Indien, ou dans les contrées les plus » chaudes du continent asiatique. D'après M. Blum, de Leyde, » ils voltigent çà et là à l'entour des palmiers, dont peut-être ils » se nourrissent à l'état de chenilles. L'individu qui a été nommé » *sepulta*, pour rappeler son origine antédiluvienne, appartient au » genre *Cyllo*, et se rapproche des *Rohria*, *Camnus* et autres es- » pèces voisines, mais il ne peut être rapporté à aucune de celles » connues de nos jours.

» Le dessin et la forme de cet insecte sont si bien conservés, » que l'on croirait qu'il a été lithographié sur un schiste : seule- » ment, il n'existe que le côté droit, lequel est parfaitement » intact, une portion du corselet et une légère empreinte de l'ab- » domen. L'aile supérieure est en grande partie cachée par l'in- » férieure, et il est impossible de dire si elle offre d'autres des- » sins qu'un œil apical surmonté d'un point blanc; l'autre, dont » on voit toute la surface, est d'une couleur gris-brunâtre, » comme dans les espèces voisines, avec une tache costale blan- » che, une bande transverse, médiane, sinuée, de la même cou- » leur, suivie de deux yeux noirs encadrés de blanc, s'alignant ex- » térieurement avec deux points blancs. L'extrémité de cette même » aile est un peu plus pâle, presque blanchâtre, et divisée, comme

» chez la plupart des espèces vivantes, par deux lignes marginales
» brunes, parallèles. L'appendice caudal est un peu plus long que
» dans le *Rohria*, mais situé de la même manière. La conservation
» de l'échantillon permet de distinguer le dessin et probablement
» la véritable couleur du papillon tel qu'il était avant son incrus-
» tation. »

Je ne connais pas assez les espèces des grenouilles exotiques, pour pouvoir les comparer à la *Rana aquensis*, mais je puis assurer qu'elle diffère entièrement de celles qui vivent en Europe. J'attends qu'une occasion favorable me permette de décrire et de publier les individus d'insectes fossiles que depuis dix années je recueille dans les platrières d'Aix ; le nombre des espèces que je possède en ce moment s'élève à plus de soixante.

M. Constant Prévost ajoute quelques nouvelles observations à celles qu'il a depuis longtemps communiquées à la Société (séance du 21 février 1842, *Bull.*, t. XIII, p. 205), relativement à la coloration des grès des environs de Paris par divers oxides métalliques.

« Dans une excursion géologique qu'il a faite récemment pour visiter les exploitations de grès d'Orsay, il a pu vérifier que la coloration des sables et grès, et en très grande partie celle des meulières qui les recouvrent, est accidentelle et locale, et qu'elle est due à des filtrations venues de la surface du sol, à une époque plus ou moins récente. Les graviers les plus superficiels sont eux-mêmes teints par les mêmes substances métalliques. En suivant le progrès de la filtration à travers les argiles à meulières, on voit que la matière colorante a agi comme si elle avait été tenue en suspension ou en solution dans un liquide aqueux.

» On sait qu'à Orsay les bancs de grès exploités occupent la partie supérieure des sables marins, et qu'ils sont recouverts par 4 à 6 mètres au moins d'argile à meulières. Les plaques de silex meulières ne sont pas distribuées d'une manière égale. Dans de certains points, elles sont presque au contact des sables et grès ; dans d'autres, elles en sont séparées par des lits argileux imperméables. Dans les premières localités, où la filtration est facile, les sables et grès inférieurs sont généralement colorés, tandis qu'ils sont d'un blanc pur

au-dessous des argiles compactes qui ont arrêté les filtrations.

» Il est également évident que les bancs de grès étaient déjà consolidés, et même que leur surface avait été modelée et ravinée par l'action d'eaux courantes, avant que les premiers dépôts du système des meulières fussent venus les recouvrir. La surface de ces grès, mise à nu par l'exploitation, est, par place, maculée de noir, comme si on y avait jeté de l'encre, qui se serait étalée en rayonnant autour des points sur lesquels chaque goutte serait tombée. On observe aussi, au bord des fissures nombreuses qui coupent verticalement les bancs de grès, de grandes taches noires irrégulières, qui indiquent les points par lesquels les filtrations se sont faites à travers les grès. Ces fissures sont remplies, et leurs parois sont recouvertes d'un enduit plus ou moins épais de substances métalliques d'un noir très foncé, qui pénètre plus ou moins le grès en raison de sa plus ou moins grande dureté. Enfin, on peut suivre les filtrations à travers des canaux sinueux ou sortes de puits à surface lisse et enduite d'hydrate de manganèse cobaltifère, et voir cette matière s'étendre et colorer en noir bleu très foncé les sables inférieurs aux bancs de grès, comme le ferait de l'encre versée sur une masse de sable.

» Le liquide manganésifère et cobaltifère a pénétré, tantôt du sable d'un blanc pur, tantôt du sable déjà coloré en jaune par le fer hydroxidé. Ce fait et beaucoup d'autres indiquent que la coloration par le fer, postérieure au dépôt de sable et à la consolidation des grès, a été également produite par une filtration antérieure à celle du manganèse et du cobalt. »

M. Constant Prévost fait remarquer, en terminant, qu'en général les sables et grès marins supérieurs des environs de Paris ne sont colorés que là où ils sont recouverts par les meulières, et que partout où ils sont placés sous des calcaires d'eau douce, comme à Fontainebleau, Étampes, etc., ils sont réellement incolores.

Les sources qui amenaient la silice dans les bassins où se sont formées les meulières étaient sans doute accompagnées

de sources métallifères d'abord essentiellement ferrugineuses, puis de plus en plus manganésifères.

M. Virlet fait observer à M. Prévost que bien certainement une partie des infiltrations ferrugineuses dont il a parlé sont antérieures à la formation des silex meulières, puisque ceux-ci en sont parfois colorés en rose, et l'on voit les nuances ferrugineuses se continuer de l'argile dans les silex, et il ajoute que c'est même là une des raisons sur lesquelles il s'appuie pour considérer ces silex cariés comme s'étant formés postérieurement au dépôt des argiles qui les renferment.

M. J. Delanoue ajoute que le phénomène que M. Constant Prévost a observé hier en petit, avec beaucoup de justesse, l'a frappé depuis bien longtemps, pour ainsi dire involontairement et sur une grande échelle, dans les exploitations de fer et de manganèse du S.-O. de la France.

Les minerais de fer d'Excideuil et le manganèse de Nontron sont aujourd'hui bien évidemment dans une position inférieure à celle qu'ils occupaient primitivement. Il s'est opéré au sein des argiles et sables infra-oolithiques une sorte de *liquation métallique par voie humide*, qui a accumulé dans les cavités des assises inférieures les hydrates de sesqui-oxydes de fer et de manganèse plus ou moins cobaltifère, sous forme de rognons concrétionnés et même de stalactites assez pures, à texture fibreuse.

Lorsque le terrain inférieur s'est trouvé imperméable, les oxydes métalliques se sont accumulés à la base même de l'oolithe inférieure. Les argiles et les dolomies compactes du lias supérieur (marnes supra-liasiques de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont) ont produit cet effet à Nontron pour le manganèse, et à Excideuil pour les minerais de fer. Mais lorsque nul obstacle n'est venu arrêter la marche de ces métaux, ils sont descendus dans les cavités du terrain subjacent, quelle que fût sa nature. Ainsi, à Saint-Martin-de-Fressengeas, ses ouvriers ont exploité toute une année des rognons de manganèse au milieu d'un gneiss altéré que (dans son ignorance de ces faits) il leur avait défendu d'entamer. Ce gneiss ne

contenait de manganèse que là où il était recouvert par les terrains manganésifères; partout ailleurs il était stérile. Ces rognons étaient presque tous géodiques; ils présentaient à l'intérieur une cavité souvent pleine d'eau et toujours tapissée de mamelons stalactiformes de manganèse assez pur et de cristaux tubulaires de sulfate de baryte.

Dans cette contrée-là, comme ailleurs, les carbonates de chaux et de magnésie, l'hydrate de sesqui-oxyde de fer et le quartz ont joué le même rôle que le manganèse et la baryte de Saint-Martin. Toutes ces substances sont descendues, ensemble ou séparément, dans les fentes des roches inférieures. Leur présence à l'état d'hydrates et de carbonates exclut toute idée de formation pyrogène, tandis que leur aspect concrétionné démontre qu'elles ont été *versées par voie humide* dans les cavités résultant de l'altération, du retrait ou de la dislocation des roches subjacentes; la plupart des filons n'ont pas d'autre origine.

M. d'Omalius d'Halloy est tenté d'attribuer la surabondance du fer et du manganèse sur certains points (Excideuil et Nontron) à quelque puits ou source métallifère dont l'effet a été purement local.

M. J. Delanoue fait observer que cette formation ferrifère et manganésifère de l'oolithe inférieure est un fait local d'une certaine étendue; elle occupe toute la côte S.-O. du Limousin. D'une autre part, la présence de la serpentine est à remarquer dans le voisinage des dépôts métallifères les plus abondants. Cette serpentine paraît avoir surgi après le grès bigarré et avant le grès du lias inférieur. Le massif voisin de la Vendée n'offre pas de serpentine, et l'oolithe inférieure adjacente n'y contient point non plus de minerai de fer ni de manganèse.

M. d'Omalius d'Halloy voit dans ces faits une confirmation de sa théorie, etc.

M. J. Delanoue ne conteste pas le dépôt simultané du manganèse et des sédiments qui ont constitué certaines roches manganésifères; mais il affirme que tout déplacement ultérieur de ce manganèse a eu pour résultat de le faire descendre et non remonter.

M. d'Omalius ne conteste pas non plus ce fait ; mais il n'en persiste pas moins dans son opinion , et soutient que la sortie du manganèse est contemporaine de l'oolithe , et il fait remarquer que les lieux exploitables doivent être voisins des cheminées qui les ont fournis.

M. Pomel appuie l'observation de M. d'Omalius des considérations suivantes.

Aux environs de Brioude j'ai observé un fait qui vient à l'appui de l'opinion émise par M. d'Omalius. On voit , près de Bournoncle St-Pierre , à la partie inférieure des calcaires lacustres de la Limagne , une couche de marne argileuse fortement noircie par le manganèse amorphe. Au-dessus et au-dessous on ne remarque aucune trace de cette substance métallique ; mais un peu plus au sud se trouve un grès arkose inférieur aux couches précédentes , où le manganèse existe cristallisé dans les fissures , lesquelles fissures renferment sur d'autres points des cristaux de baryte. Ces fissures seraient donc les points d'éruptions , d'émanations contemporaines du dépôt de la couche marno-argileuse avec laquelle le manganèse s'est certainement déposé.

M. Virlet demande à M. Delanoue pourquoi il ne considérerait pas le minerai de manganèse de Nontron comme d'origine plutonique. L'absence du manganèse dans le gneiss , partout où celui-ci n'est pas recouvert par des grès , lui paraît plutôt favorable que contraire à l'hypothèse d'une origine ignée , et s'explique très bien en supposant que les émanations manganésifères , comme c'est le cas pour beaucoup de matières métalliques , se sont faites au point de contact des deux formations , et de manière à les pénétrer plus ou moins toutes deux ; et , pour ne citer qu'un exemple , il rappelle celui des fameuses mines de Rancié , où le fer a surgi précisément entre le granite et les calcaires métamorphiques qui le recouvrent , et a étendu ses filons dans les deux formations à la fois.

M. Virlet serait d'autant plus porté à regarder les minerais manganésifères cités par M. Delanoue , bien qu'il ne les ait pas visités , comme d'origine plutonique , qu'ils sont accompagnés de baryte sulfatée , et toujours dans le voisinage

de la serpentine : or, il est à remarquer que la serpentine est une roche plutonique dont le surgissement a presque toujours été accompagné ou suivi d'émanations métalliques, et qu'un grand nombre de gîtes métallifères se trouvent exploités dans son voisinage.

M. Virlet lui demande ensuite s'il s'est attaché à bien observer en place la manière dont les stalactites de manganèse sont disposées dans les géodes.

M. Delanoue lui répond qu'elles occupent toutes la partie supérieure des cavités géodiques.

M. Virlet ajoute alors que, sans nier qu'il puisse y avoir des minerais de manganèse indirectement d'origine aqueuse, il croit que la forme stalagmitique serait plus contraire à l'idée d'une origine plutonique que la forme stalactitique, car c'est précisément cette dernière forme que prennent souvent les matières gazeuses, qui, à la manière de la fumée de nos cheminées, peuvent rencontrer des obstacles sur leur passage, et c'est précisément aussi ce qu'il a eu occasion d'observer au filon de manganèse des *Gouttes-Pommiers*, commune de Saligny (Allier), dont il se propose d'entretenir prochainement la Société. Ce filon est si moderne, que je n'oserais pas affirmer, ajoute M. Virlet, qu'il ne soit pas de l'époque actuelle. Quoi qu'il en soit, les émanations manganésifères qui l'ont formé, en pénétrant à l'état gazeux à travers le dépôt alluvial de la surface, lequel n'est recouvert que par la seule terre labourée, ont formé un encroûtement fuligineux d'oxyde de manganèse seulement sur la surface inférieure des galets, et de manière à ne pas laisser douter un instant que ce dépôt n'ait eu lieu de bas en haut. Pas la plus petite trace d'infiltration, si facile à constater, quand le dépôt vient d'en haut.

A l'appui de la disposition stalactiforme que peuvent prendre ainsi les matières gazeuses, M. Virlet signale les espèces de stalactites de peroxyde de fer qui se forment journellement par sublimation dans les cheminées des mazerics ou des fourneaux à la Wilkinson, et où il a eu occasion d'en recueillir souvent de très beaux échantillons.

M. Delanoue répond que quant à ces galets à demi en-

croûtés de manganèse, tout le monde sait bien que les incrustations stalactiformes se déposent toujours de préférence à la partie inférieure des corps. Examinez une pierre calcaire exposée depuis très longtemps à la surface du sol, une pierre du lias, par exemple, contenant du fer et du manganèse à l'état de carbonate de protoxyde : sa face supérieure est corrodée par l'acide carbonique des eaux pluviales, tandis que sa face inférieure est recouverte d'incrustations plus ou moins stalactiformes de carbonate de chaux et d'hydrates de sesqui-oxyde de fer et de manganèse.

La formation par épigénie de ces hydrates métalliques s'effectue donc encore incessamment sous nos yeux par la simple et lente action des agents atmosphériques. Faire intervenir ici les agents plutoniques et la voie de sublimation pour un dépôt hydraté, c'est recourir à une théorie tout-à-fait inadmissible.

M. d'Omalus d'Halloy soutient l'opinion de M. Virlet. Il dit que quand on a observé des gisements métalliques, s'ils ne venaient pas directement de l'intérieur, c'est qu'ils avaient été portés par les eaux ; mais que, près de ce dépôt, on devait retrouver la cheminée qui les avait réellement amenés de l'intérieur. Il fait observer que les eaux minérales se trouvent dans des lieux où il n'y a pas de mines de fer, mais qu'il est probable qu'elles reçoivent des gaz venant de l'intérieur.

Pour appuyer ce que vient de dire M. d'Omalus d'Halloy, M. Virlet rappelle que, dans une de ses communications à Chambéry, il a cherché à expliquer la formation des minerais de fer oolithiques, par suite d'émanations ferrugineuses qui se seraient faites à travers l'eau, dans le fond de la mer, ou de lacs (voy. *Bull.*, t. I^{er}, p. 741, 2^e sér.), et il regarde depuis longtemps la coloration des grès, et notamment des grès bigarrés et des grès rouges en général, et de certains calcaires, comme les calcaires rouges et lie de vin oolithiques de Givry et de Tournus (Saône-et-Loire), comme postérieure à leur formation et comme résultant de leur pénétration par des émanations ferrugineuses. Les émanations manganésifères ont aussi fort souvent coloré les

roches. Il se propose de traiter prochainement cette question.

Aux observations de M. d'Omalus d'Halloy et de M. Virlet, M. Constant Prévost ajoute qu'il partage tout-à-fait l'opinion que les matières métalliques sont sorties originellement de l'intérieur du sol, comme sources minérales, et que, par conséquent, il faut distinguer deux ordres d'actions : 1° celles de bas en haut, produites pendant l'émission des eaux métallifères, de la chaleur et des vapeurs et gaz qui pouvaient l'accompagner; 2° celles de haut en bas, dues à la filtration des eaux superficielles, entraînant avec elles les matières métalliques déposées sur le sol ou dans son épaisseur par les sources minérales. Ces deux actions ont été, comme leurs effets, concomitantes et successives, selon les lieux.

Séance du 5 mai 1845.

PRÉSIDENTE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Le Blanc, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. WUSTEMBERG, négociant, député du département de la Gironde, à Bordeaux, présenté par MM. Boué et Bosc.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. d'Orbigny, *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, t. VI, 61^e livr.

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*, avril 1845.

De la part de M. Léopold Pilla, *Ricerche*, etc. (Recherches sur la vraie position géologique du terrain de macigno, en Italie et dans le midi de l'Europe, suivies de quelques

lettres sur le terrain crétacé des Alpes vénitiennes), in-8°, 40 p. Pise, 1845.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1845, 1^{er} sem., t. XX, n^{os} 16, 17 (21, 28 avril).

L'Écho du monde savant, 1845, n^{os} 29 à 33 (20 avril-4 mai).

L'Institut, 1845, n^{os} 591, 592 (23, 30 avril).

Le Mémorial encyclopédique, mars 1845.

The Athenæum, 1845, n^{os} 913, 914.

Boletín oficial de Minas de España, 1845, n^{os} 19, 20.

Le Président annonce que le lieu de la réunion extraordinaire ne pourra être voté que dans la première séance de juin.

Le Secrétaire donne lecture de l'extrait d'une lettre de M. Édouard Collomb à M. Élie de Beaumont sur les effets des grands froids de cet hiver dans les Vosges.

Wesserling (Haut-Rhin), 25 avril 1845.

Je prends la liberté de vous envoyer encore une petite caisse contenant des exemplaires de galets striés, dont j'ai eu l'honneur de vous entretenir précédemment. M. Agassiz attache une grande importance à ces galets. Si vous voulez me le permettre, je vous transcrirai ce qu'il m'écrivait à ce sujet il y a quelques mois.

« Partout où j'ai rencontré des dépôts glaciaires, j'y ai trouvé
 » en grand nombre des galets arrondis, polis et rayés, comme
 » les roches polies en place, avec cette seule différence que les
 » galets qui étaient mobiles entre le glacier et la roche en place
 » offrent des raies croisées dans tous les sens. On en trouve de
 » semblables sous tous les glaciers actuels, mais jamais dans les
 » torrents, ni sur les rivages de nos lacs où le galet est battu par
 » la vague. Ce caractère est à mes yeux le guide le plus sûr pour
 » distinguer les terrains glaciaires des dépôts de cailloux trans-
 » portés par des courants. Un fait curieux, à l'appui de cette
 » distinction, c'est que les galets rayés qui sont entraînés par les
 » torrents des glaciers perdent leur burinage à peu de distance de
 » leur origine, pour prendre l'aspect mat et uni des galets de
 » transport aqueux. »

Il ajoute, dans une lettre plus récente du 13 de ce mois (au moment où il fait ses préparatifs de départ pour les États-Unis,

où il va en mission scientifique aux frais du gouvernement prussien) : « J'ai reçu votre envoi de galets ; rien ne pouvait » m'être plus agréable que de retrouver sur vos galets tous » les caractères distinctifs des accumulations de débris glaciaires, » tels que je les ai signalés il y a bientôt cinq ans, après les » avoir trouvés constamment les mêmes dans les Alpes, dans » le Jura et dans les îles Britanniques. Tous les galets qui ont » été charriés *sous les glaciers* ont les raies croisées ; leurs sur- » faces peuvent être plus ou moins planes, comme la plupart » de vos échantillons, et leurs angles avoir conservé certaines » saillies ; lorsqu'ils proviennent de roches schisteuses, alors les » plus grandes surfaces sont le plus fortement rayées ; ils s'enchâs- » sent facilement dans la glace par leurs larges faces. Aucun de » vos échantillons n'est douteux. Vous pouvez donc, sans hési- » tation, en envoyer une collection à M. Élie de Beaumont. On » ne trouve nulle part dans les torrents des Alpes des galets striés, » pas plus qu'au pied de nos cascades ou sur les bords de nos lacs. » D'où je conclus que partout où l'on trouve des galets rayés on » a affaire à des accumulations de débris glaciaires, qui n'ont » point été remaniés depuis leur déposition par les glaciers ; ce » qui nous prouve aussi d'un autre côté que le phénomène des » grands glaciers est le dernier phénomène géologique de quelque » importance qui ait travaillé la surface du globe. »

Je vous demande pardon, monsieur, de vous faire de si longues citations ; mais, avant de vous envoyer mes échantillons, j'ai voulu être bien sûr de mon fait et consulter sur ce sujet un homme aussi savant que M. Agassiz. J'ai recueilli mes galets sur différents points de notre vallée. Ils sont abondamment répandus sur nos moraines ; c'est particulièrement sur les points élevés, quelquefois aussi dans l'intérieur de ces masses de détritiques, enchâssés dans le sable et l'argile qu'ils se rencontrent. Partout où les eaux courantes ont exercé leur action, dans les lits des torrents, des ruisseaux, je n'en ai point trouvé. Ce burinage est si fin, si délicat, qu'il est facile de comprendre qu'un remaniement par les eaux tant soit peu prolongé doive le détruire, comme M. Agassiz le fait observer.

J'ai commencé mes recherches précisément sur une moraine, celle qui barre la vallée d'Urbès, dont on avait contesté l'origine glaciaire. Plusieurs observateurs l'avaient désignée comme un amas considérable de détritiques formé par l'action des eaux, et cependant en l'étudiant sous le rapport de sa forme et de la composition de

ses matériaux, je n'avais pas hésité à lui assigner une origine erratique. Les galets striés que j'y ai recueillis viennent confirmer ma manière de voir.

Parmi les galets que j'ai l'honneur de vous envoyer, vous en remarquerez quelques uns qui ne sont pas arrondis, mais dont les angles ont conservé une certaine vivacité, comme ceux dont a parlé M. Le Blanc dans un précédent numéro du *Bulletin*; ils n'en sont pas moins rayés sur toutes leurs faces. D'autres sont parsemés d'une multitude de petits trous dont l'origine me paraît devoir être attribuée à la forte pression exercée par quelque fragment de quartz. Quant aux raies dont ils sont sillonnés, elles sont évidemment telles que M. Agassiz les décrit, croisées dans différents sens.

Notre hiver a été remarquable par la prodigieuse quantité de neige qui s'est accumulée sur certains points. Nos communications dans la montagne ont été interrompues pendant plusieurs semaines. Le plus grand froid que nous ayons eu a été de 25 degrés centigrades au thermomètre *minimé*, dans la nuit du 10 février. J'ai fait plusieurs ascensions sur nos montagnes pendant ces grandes neiges, c'est-à-dire quand elles ont été suffisamment tassées et gelées pour pouvoir porter. Il y a un fait qui m'a frappé et qui a excité mon attention et celle des personnes qui étaient avec moi pendant une course au Ballon d'Alsace, le 23 mars dernier, c'est la couleur particulièrement bleue de la neige, partout où elle se trouvait en grande masse. Cet effet ne pouvait provenir du reflet du ciel : il était ce jour-là d'un ton gris et couvert. Ce n'était pas une illusion d'optique, puisque les gens du pays ont aussi remarqué cette teinte bleue comme étant particulière à la neige tombée tard cette année; ils affirment que l'hiver dernier elle était beaucoup plus blanche. Cette couleur était facile à constater en enfonçant un bâton de deux à trois pieds dans la neige et en lui imprimant un mouvement circulaire, de manière à former un entonnoir; le fond apparaissait en bleu. Cette nuance était surtout prononcée sur des tranches de neige poudreuse; quand elle passe au névé gros grain, elle perd son bleu et devient blanc grisâtre.

Le sommet du ballon (1431 mètres), qui est taillé en forme de dôme, était ce jour-là complètement dépourvu de neige : il était littéralement couvert d'une croûte de glace. Pour gravir au point culminant, quoique la pente ne soit pas très forte, il fallait décrire une longue hélice tout autour du cône pour ne pas être entraîné. Cette glace est dure, compacte; elle prend les formes les

plus bizarres en se moulant sur les divers accidents du terrain ; elle est parfois imbriquée comme les tuiles d'un toit ; son épaisseur varie depuis quelques centimètres jusqu'à 60 centimètres.

Le sommet d'une autre montagne de nos environs, le Drumont (1300 mètres), que j'ai visité quelques jours auparavant, était aussi dégagé de neige et couvert d'une calotte de glace. Ce fait était d'autant plus frappant que pour arriver au sommet il fallait marcher pendant trois heures sur une neige qui, dans certains endroits, avait atteint une épaisseur de 5 à 6 mètres.

Sur d'autres points de notre vallée, nous avons eu des avalanches d'une assez forte puissance avec tous les accessoires qui les distinguent, chose assez rare dans les Vosges. J'en ai visité une le 6 de ce mois en compagnie de M. Dollfus, le naturaliste. Cette avalanche est partie du col de Rothenbach et s'est précipitée au fond de Wildenstein, entraînant dans sa chute une grande quantité d'arbres d'assez fort calibre, de blocs de granite, de cailloux, de sable et de boue. Du point où l'avalanche a commencé jusqu'au talus terminal, la pente est de 25 à 30 degrés seulement, et la distance totale parcourue s'étend sur une ligne de 1000 à 1200 mètres. Elle a pris naissance sur un terrain en pente douce, couvert d'un gazon de montagne ras et lisse ; des infiltrations d'eaux de sources, d'une température un peu plus élevée que 0, qui existent à cet endroit, ont sans doute déterminé la fonte de la couche inférieure de neige et donné lieu par glissement au premier mouvement d'impulsion. A quelques centaines de mètres plus bas que le sol gazonné commence une forêt dont le terrain a été complètement labouré et la roche en place mise à nu. Elle est formée d'énormes dalles de granite à gros grains. La vitesse acquise par l'avalanche n'a pas dû être fort grande ; on remarque sur le trajet parcouru que les arbres d'une essence élastique, tels que les salix, ont été pliés et courbés jusqu'à terre sans être par trop déchirés, tandis que ceux d'un bois sec, tels que sapins et hêtres, ont été cassés net, ce qui fait supposer que la pression s'est exercée d'une manière lente et graduelle.

Sur les points où l'avalanche a accumulé la neige en grande masse, et où le ruisseau a formé par la fonte des tranches assez nettes, nous avons pu étudier avec facilité les différentes stratifications de la neige, le passage de la neige en névé et du névé en glace, tels que MM. Agassiz et Desor l'ont observé dans les hautes régions des Alpes. Sur une épaisseur de quelques mètres les strates se succèdent dans l'ordre suivant :

Petit névé ou neige poudreuse ,
 Névé gros grains ,
 Glace de névé ,
 Glace bulleuse ,
 Glace compacte , reposant sur le sol.

Pour que cette neige soit arrivée à cet état de stratification , il a fallu que depuis son tassement plusieurs circonstances atmosphériques se trouvassent réunies, entre autres une chaleur modérée pendant le jour et des nuits froides, circonstances qui, en déterminant une fonte partielle, ont permis à la masse de s'imbibier d'eau et de se congeler ensuite.

Sur les pentes où nous les avons observées, les masses de névé, imbibées d'eau, possédaient déjà un mouvement propre. Nous nous en sommes assurés par l'examen attentif des différents obstacles qui sont venus entraver la marche descendante du névé. Prenons un tronc d'arbre pour exemple ; voici ce que nous avons observé (pl. XI) :

N Névé.
 V Vide produit par la fonte.
 A Tronc d'arbre.
 T Terrain.
 a Amont.
 a' Aval.

La fonte du névé déterminée par la chaleur rayonnante du tronc d'arbre devait former un cercle concentrique à l'arbre, comme cela se voit en plaine; mais ici, sur un plan incliné, le cercle produit n'est plus concentrique, il est excentrique : en amont, le mouvement imprimé au névé le fait arriver jusqu'au point de toucher le tronc ; la mousse et les lichens dont il est quelquefois couvert sont usés et frottés de ce côté, tandis que sur la face opposée du tronc ces cryptogames ont conservé la délicatesse de leurs formes. Nous avons remarqué cette disposition de la fonte excentrique de la neige autour de plusieurs centaines d'arbres : elle est indépendante de l'orientation des plans ; que le terrain soit exposé au nord ou au midi, elle n'en existe pas moins.

A la suite de cette lecture, M. de Collegno dit avoir observé en 1844 des cailloux striés dans une position qui lui

paraît exclure l'intervention des glaciers dans la production de ces stries. M. le professeur Favre lui ayant indiqué près de Genève une localité dite le *Bout-du-Monde*, où les cailloux striés sont abondants, M. de Collegno s'y rendit et y reconnut les faits que voici. L'Arve coule, au *Bout-du-Monde*, entre des falaises de terrain erratique dont la partie inférieure, sur 20 mètres environ d'épaisseur, consiste en un agglomérat arénacé noirâtre plus ou moins solide, à cailloux roulés, plus ou moins volumineux, mais dépassant rarement le diamètre de 0^m,50. Au-dessus est une assise de 3 à 4 mètres d'épaisseur d'une argile marneuse jaunâtre, dans laquelle sont disséminés quelques galets d'un calcaire noirâtre, qui présentent des stries plus ou moins régulières. Quelquefois, toutes les stries de la même face n'ont qu'une ou deux directions, tandis que, dans d'autres galets, les stries se croisent dans tous les sens. Les cailloux calcaires sont mêlés, dans l'argile, à des cailloux de gneiss, de quartz et d'autres roches cristallines, qui sont arrondis, mais non striés. On voit des galets quarzeux dont une des faces est polie et lustrée comme le sont quelquefois les surfaces des roches quarzeuses en place. Il est évident que ces stries et ce polissage des cailloux disséminés dans l'argile sont dus à une action de frottement; mais on a cru y voir un indice de l'ancienne extension jusqu'à Genève des glaciers de Chamouny. Or, il paraît à M. de Collegno que le conglomérat arénacé inférieur à l'argile marneuse du *Bout-du-Monde* n'aurait jamais pu supporter le poids d'un glacier. En tout cas, les cailloux calcaires et autres se seraient enfoncés dans le conglomérat et n'auraient point offert assez de résistance à l'action qui les pressait pour qu'ils pussent se trouver rayés et polis.

M. d'Omalius d'Halloy signale à l'attention de la Société le passage suivant du bel ouvrage que vient de publier M. de Tchihatcheff (1), et qui contient de nouveaux faits à l'appui de l'opinion qui attribue l'origine d'un grand nombre de

(1) *Voyage scientifique dans l'Altai Oriental*, Paris, 1845, chez Gide, éditeur, page 325.

vallées aux dislocations qui ont donné naissance aux failles (1) :

« Dans la plupart des rivières qui parcourent non seulement l'enceinte de l'Altaï proprement dit , mais encore le domaine du système des Sayanes (comme, par exemple, le fleuve Yenisseï), le niveau des deux rives présente un contraste plus ou moins prononcé, et nommément l'élévation de la rive droite comparée à la hauteur peu considérable de la rive gauche. Parmi une foule de localités qui présentent ce phénomène, on peut citer la ville de Büsk, située sur la rive droite (*élevée*) de la Biya, le village Bannovo (sur le Tome), celui d'Illinsk (*ibid.*), la ville d'Oustkamenogorsk (sur l'Irtysch), celle de Minousinsk (sur le Yenisseï), le village Sizime (*ibid.*), la partie du Yenisseï comprise entre les villages Yazagach et Sizime, le poste cosaque d'Abakane (sur l'Abakane), l'embouchure de l'Abakane, près du village Mardachou, le poste cosaque de Choulbinsk (sur l'Irtysch), etc. Ce phénomène, qui semble se répéter même dans la Sibérie septentrionale, où M. l'amiral Wrangel le signale sur la rivière Anouï, se reproduit également dans la Russie européenne, puisque l'élévation de la rive droite contraste presque partout avec le niveau peu considérable de la rive opposée, ainsi qu'on le voit, entre autres, à Nijni-Novogorod, à Kazan, à Simbirsk, à Saratoff, etc. » (Voir, pour plus de développements, p. 674, t. II, 2^e sér. du *Bulletin*.)

M. de Verneuil fait observer que le même phénomène se passe aussi sur une partie du Don et du Donetz. Il ajoute que, sur le Volga, cette différence de niveau des deux rives correspond à une différence de composition géologique, car la rive droite, élevée de 3 ou 400 pieds, est composée, depuis Simbirsk jusqu'à Tzaritzin, de terrains crétacés et tertiaires, tandis que la rive gauche, entièrement plate, ne présente que des couches appartenant au système permien, surmontées çà et là par quelques dépôts caspiens.

(1) Voir ce que j'ai dit à ce sujet dans mon *Précis élémentaire de géologie*, § 974 et 976.

M. Virlet signale aussi les monts Ménélaïon comme formant un grand escarpement le long de la rive gauche de l'Eurotas et résultant, comme M. Boblaye et lui l'ont dit dans leur chapitre intitulé : *Configuration de la Grèce*, de l'une des grandes failles qui leur ont servi à établir leur *système du Ténare* (1) (13° de M. Élie de Beaumont), lequel fait un angle de N. 4 à 5° O. avec le méridien de Corinthe.

M. d'Archiac appuie ces observations, et dit qu'on retrouvera le même phénomène sur toutes les parties de l'écorce terrestre.

M. Boubée soutient que c'est la rive droite qui est la plus élevée. Il dit que cela est cité dans les anciens ouvrages; mais cette proposition est contestée par le plus grand nombre des géologues.

MM. Virlet et de Verneuil prennent part à cette discussion.

M. Élie de Beaumont nie également la proposition de M. Boubée. Il cite l'Adour, qui coule au pied des collines de la molasse, dont sa rive gauche est surmontée; le Nil inférieur, qui coule au pied des collines de la Libye; l'Euphrate, le Tigre, qui coulent au pied des pentes élevées des plateaux de la Perse. Le Mississipi, au-dessous du confluent de l'Ohio, a dans toute sa longueur la rive gauche beaucoup plus élevée que la rive droite, à tel point que c'est là un des traits caractéristiques de cette vallée. Elle est bordée à l'E. par des collines appelées *Bluffs*, dont quelques unes sont surmontées de villages, et qui ne sont autre chose que les extrémités des plateaux calcaires du Kentucky. La rive droite, au contraire, est basse et formée d'alluvions.

M. Boubée présente des échantillons d'une ardoisière des Pyrénées, contenant des graphtolites, ce qui classe ce terrain dans le terrain de transition inférieur.

A propos de cette communication, M. de Collegno demande si on ferait du calcaire compacte avec du calcaire saccharoïde.

(1) Voir la 2^e édition des *Éléments de géologie* de Beudant, 1 vol. in 18.

M. Élie de Beaumont fait observer que, dans les échantillons présentés par M. Boubée : 1° il y a au moins trois espèces de graphtolites, et que ces espèces sont nouvelles; ainsi, il demande pourquoi ces espèces n'appartiendraient pas au grès bigarré;

2° Qu'il y a des Orthocères dans le lias et dans le coral-rag du Salzbourg.

M. Boubée répond qu'il a fait remarquer d'autres Orthocères avec les fossiles qu'il présente.

M. de Verneuil dit qu'on peut, en effet, reconnaître deux espèces de graphtolites, dont la plus grande est voisine du *G. sagittarius* (Limn.), et la plus petite ressemble à une espèce recourbée de Saint-Sauveur-le-Vicomte, en Normandie. Les graphtolites étant exclusivement siluriennes et plus communes dans l'étage inférieur, M. de Verneuil n'hésite pas à déclarer que les couches en question sont réellement siluriennes.

M. Martins lit la communication suivante :

Notice géologique relative au creusement d'un puits artésien dans la plaine de Livourne, par M. Léopold Pilla.

On est occupé depuis quelque temps à creuser un puits artésien dans la plaine de Livourne. J'ai été appelé à examiner les conditions géologiques du sol dans lequel on fait la perforation, pour voir s'il y a des chances de réussite dans l'entreprise. Je vais donner une petite relation sur ce sujet, et je désire que quelque personne pratique dans la matière veuille bien donner son avis sur l'affaire. Je ferai connaître : 1° les accidents topographiques du sol; 2° sa structure géologique; 3° les données favorables à la réussite de l'opération; 4° les données contraires. Ma relation sera accompagnée d'une petite carte illustrative.

La plaine de Livourne (pl. X, fig. 1, *a*, *a*) présente une surface étendue, qui du côté de l'O. se termine à la mer, au N. se prolonge avec la plaine de Pise, à l'E. et au S. est bordée par des montagnes de quelque élévation (*c*, *c*). L'endroit où on a pratiqué le creusement (voyez le signe + le long de la ligne A B) se rapproche du pied des montagnes, d'où il est éloigné presque d'un demi-mille. Ni dans les montagnes ni dans la plaine il n'y a de vallées profondes qui donnent passage à de grands cours



d'eau. Les vallées des premières sont petites, et elles sont parcourues par de petits ruisseaux, dont quelques uns traversent la plaine pour rejoindre la mer.

La partie de la plaine qui s'approche des montagnes, et dans laquelle on creuse le puits, est composée de terrain tertiaire subapennin à surface ondulée. Ce terrain s'étend d'un côté vers le pied des montagnes, qu'il longe, de l'autre vers la plaine alluviale du côté du N., par laquelle il est recouvert. La structure géologique est très simple, il présente deux assises bien distinctes : la supérieure (pl. X, fig. 2, *a*, *a*) est composée d'une molasse en grande partie calcaire et poreuse ; la partie inférieure (*b*, *b*) est composée de marne bleue subapennine. La molasse est en bancs horizontaux qui n'ont pas grande épaisseur. La marne bleue reste cachée en grande partie au-dessous de la molasse ; on la voit seulement affleurer au fond de quelque torrent ; mais on peut juger qu'elle doit former des dépôts beaucoup plus épais que ceux de la molasse. Le puits *d* a traversé l'une et l'autre assise. La supérieure a montré une puissance de 9 mètres. Le reste du puits est creusé uniquement dans la marne bleue, dont on a traversé jusqu'à présent 130 mètres, sans atteindre sa limite inférieure. Voici les dimensions du puits :

Profondeur totale du trou	139 mètres
Molasse traversée.	9 <i>id.</i>
Marne bleue.	130 <i>id.</i>

Les montagnes *c*, *c* au pied desquelles se termine le terrain subapennin sont composées de terrain de macigno. La roche dominante est un calcaire marneux compacte (alberèse) qui alterne avec du schiste et en quelque partie avec du vrai macigno ; les roches sont bien stratifiées ; mais la stratification est tout-à-fait dérangée à cause de quelques masses d'ophiolites et de granitone qui l'ont traversée à une certaine distance. D'abord les couches, bien loin d'être suivies, sont très brisées ; en outre elles n'ont pas une allure bien déterminée. En général, leur direction est du N.-N.-E. au S.-S.-O. ; mais ce qui mérite d'être remarqué dans le cas dont on parle, c'est qu'elles sont inclinées du côté opposé à la plaine, comme on le voit dans la fig. 2, *c*, *c*. Le même terrain se fait voir le long du bord de la mer, et il affleurt aussi à la surface de la plaine subapennine (*c'*) à une petite distance de l'endroit où le puits est creusé, de manière qu'on voit directement que le terrain subapennin, dans l'endroit où on a pratiqué le sondage, remplit un bassin dans le macigno.

Par tout ce qu'on vient de dire on peut juger qu'il y a des données favorables à la réussite du puits. Celui-ci traverse maintenant une masse de marne argileuse bleue *b* imperméable à l'eau; à une certaine profondeur, qui ne peut pas être très éloignée, il doit atteindre les couches secondaires composées de macigno, de calcaire et de schiste, c'est-à-dire de roches perméables et imperméables; il y a toute probabilité qu'il rencontre au contact des deux formations une couche aquifère qui peut être jaillissante. Lorsqu'on parcourt les pentes des montagnes *c c*, on voit dans plusieurs endroits des sources qui se font jour par les fissures de stratification de l'*alberèse* et du macigno. Cela indique que, dans les couches profondes, l'eau ne doit pas manquer de produire des nappes souterraines.

Une seule donnée est peu favorable au bon succès de l'opération : c'est l'état dérangé de la stratification, et surtout l'inclinaison des couches du côté opposé à la plaine, ce qui peut donner aux cours d'eau souterrains une direction opposée à celle qu'exige l'alimentation du puits. Mais lorsqu'on réfléchit que les couches sont dérangées, et par conséquent que leur inclinaison peut varier, lorsque l'on considère que le puits est évidemment creusé dans un terrain tertiaire placé dans un bassin de roches stratifiées, qui sont favorables à la production de nappes souterraines, il paraît qu'il y a un nombre de données plutôt favorables que contraires à la réussite de l'entreprise.

D'après cela, j'ai conseillé au propriétaire de pousser le sondage jusqu'à la rencontre du terrain du macigno, qui ne doit pas être éloigné du bout actuel du puits; le prolongement de la perforation est d'autant plus réclamé que celle-ci se trouve déjà bien avancée dans la masse de l'argile subapennine.

M. de Collegno croit la coupe de M. Pilla conforme à la réalité.

M. Boubée ne croit pas que, d'après ces renseignements, il y ait de chances de réussite.

M. d'Archiac partage cette opinion.

M. d'Omalius d'Halloy pense qu'on n'a pas assez de données pour bien juger la question.

M. de Collegno fait remarquer que ce que M. Pilla appelle molasse subapennine, c'est le grès connu généralement sous le nom de grès d'Antignano, qui a été généralement rapporté au terrain dit *quaternaire*, et que M. d'Omalius

croit postérieur à l'apparition de l'homme. M. de Collegno désirerait que ce savant voulût bien exprimer son opinion sur la nouvelle détermination de ce terrain par M. Pilla.

M. d'Omalus répond que, s'il a indiqué le grès d'Antignano comme pouvant se rapporter à l'époque moderne, c'est parce que M. de la Marmora le considère comme identique avec les dépôts de Sardaigne, dans lesquels on a trouvé des boules de poteries, mais qu'il ne peut s'expliquer sur le classement de M. Pilla, puisqu'il ne sait quels sont les faits qui ont porté ce savant à ranger la pierre d'Antignano dans le groupe des terrains subapennins.

Le Secrétaire donne lecture des conclusions suivantes du mémoire de M. de Charpentier, inséré dans le n° 109, janvier 1845, de la *Bibliothèque universelle de Genève*, sur l'hypothèse qui attribue le phénomène erratique des Pyrénées à une fonte subite de glaciers.

« Résumant les diverses considérations qui m'ont amené à rejeter la cause à laquelle M. de Collegno attribue les phénomènes erratiques des Pyrénées, je trouve que la supposition d'une fonte subite des glaces de ces montagnes lors de l'éruption des ophites est inadmissible :

» 1° Parce qu'il n'y a de glaciers, sur le versant septentrional des Pyrénées, que dans deux vallées et dans quelques uns de leurs embranchements, et que ces glaciers sont d'ailleurs trop petits pour que leur fonte ait pu produire l'effet qu'on voudrait lui attribuer ;

» 2° Parce qu'il n'existe point de glaciers dans les autres vallées, qui offrent également les phénomènes erratiques ;

» 3° Parce que les faits paléontologiques observés dans le voisinage des Pyrénées sont contraires à la conjecture que, vers la fin de l'époque tertiaire, le climat ait été propre à la formation de glaciers dans ces montagnes ;

» 4° Parce que le relief de la chaîne centrale s'oppose à une accumulation de neiges et de glaces suffisantes pour produire les courants réclamés par l'hypothèse ;

» 5° Enfin, parce que la température des gaz que l'on suppose avoir opéré la fonte soudaine de la glace aurait dû être tellement élevée que l'eau, instantanément convertie en vapeur, n'aurait pas eu le temps de s'amasser et de former des courants. »

Cette note correspond à celle que M. de Collegno a communiquée p. 282, t. II, 2^e sér. du *Bulletin*.

M. Élie de Beaumont ajoute que le mémoire de M. de Charpentier tendrait à réduire à l'absurde l'hypothèse qu'il a émise de la fonte des glaces par des gaz, et dit que tout le monde sait que deux éruptions du Catapoxi ont eu lieu pendant le séjour de Bouguer au Pérou, et la circonstance principale qui les a accompagnées a été la fusion de toute la calotte de glace du Catapoxi, la production d'un phénomène diluvien considérable qui a renversé des maisons, une église, etc., qui a fait périr un grand nombre d'individus, qui auront été ensevelis dans les débris entraînés par le courant. Si ce phénomène en petit fût arrivé dans une grande chaîne, le phénomène diluvien aurait produit des effets comparables à ceux que nous voyons dans les Alpes.

M. Élie de Beaumont ajoute qu'il a supposé que cette fonte des glaciers des Pyrénées avait eu lieu en hiver, ce qui leur ajoute toutes les neiges de cette époque; et comme, en outre, le globe était alors en perturbation, il pouvait se faire que cet hiver fût anormal.

M. Boubée dit qu'il y a dans les Pyrénées des traces du phénomène des glaciers aussi incontestables que dans les Alpes. Il renvoie à son ouvrage intitulé : *Bains et courses de Luchon*.

Séance du 19 mai 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Le Blanc, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

MARCOU (Jules), propriétaire à Salins (Jura), présenté par MM. Alcide d'Orbigny et de Verneuil;

BOIVIN, maître des requêtes à Paris, rue Saint-Honoré, n° 291, présenté par MM. Michelin et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'intérieur, *les Steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie méridionale*, voyage pittoresque, historique et scientifique, par M. Xavier Hommaire de Hell, texte in-8°, livr. 1 à 18; pl. in-f°, livr. 1 à 18. Paris, 1844.

De la part de M. Owen, *Report on the extinct mammals of the Australia*, etc. (Rapport sur les mammifères éteints de l'Australie et sur la distribution géographique des mammifères du Pliocène et du Post-Pliocène en général), in-8°, 21 p., 6 pl. Londres, 1845.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, t. VI, 62^e livr.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1845, 1^{er} sem., t. XX, n^{os} 18 et 19.

Annales des mines, 4^e sem., t. VI, 6^e livr. de 1844.

Bulletin de la Société de géographie, 3^e sér., t. III, n^o 16, avril 1845.

Annales de l'Auvergne, t. XVIII, janvier et février 1845.

L'Écho du monde savant, 1845, n^{os} 34 à 36.

L'Institut, 1845, n^{os} 593 et 594.

Thirty first annual report, etc. (Trente-unième rapport annuel de la Société royale géologique de Cornouailles, avec le discours du Président et les communications et notes lues à la Société), in-8°, 218 p., 2 pl. Penzance, 1844.

Report on the thirteenth meeting, etc. (Compte-rendu de la 13^e assemblée de l'association britannique pour l'avancement de la science, tenue à Cork en août 1843), in-8°, 295-127 p., 3 pl. Londres, 1844.

The Athenæum, 1845, n^{os} 915 et 916.

The Mining Journal, 1845, n^{os} 507, 508.

Neue Zeitschrift, etc. (Nouveau journal du Ferdinandeum pour le Tyrol et le Vorarlberg), 2^e fascicule, 1844.

Boletin enciclopédico, etc. (Bulletin encyclopédique de la

Société des Amis du pays), septembre 1844; janvier, février, mars 1845.

La Société adresse des remerciements à S. E. M. le ministre de l'intérieur pour l'ouvrage de M. X. Hommaire de Hell, qu'il lui a adressé.

M. de Collegno donne lecture de la note suivante de MM. Orsini et comte Alexandre Spada Lavini, dont il a bien voulu faire la traduction.

Note sur la constitution géologique de l'Italie centrale.

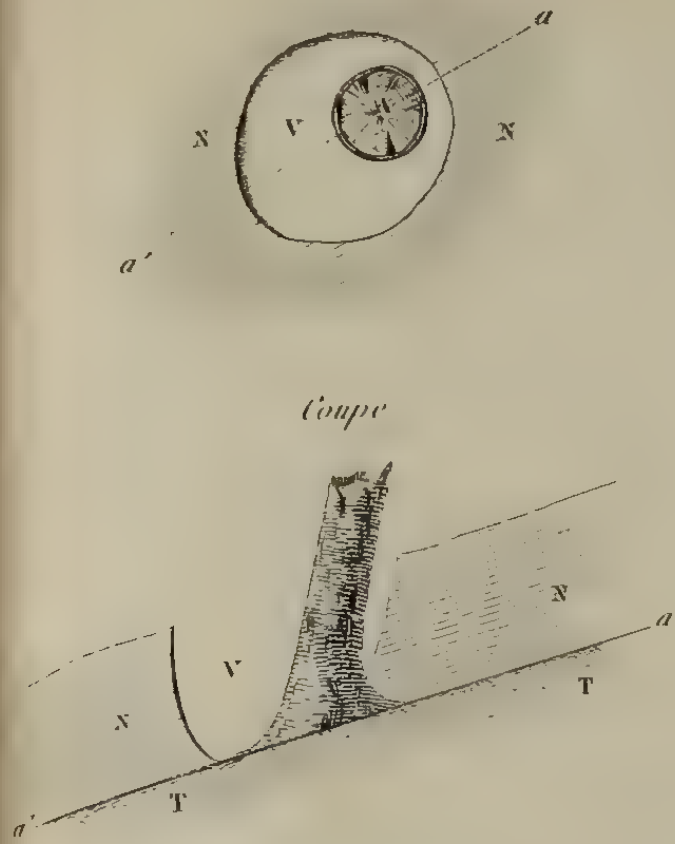
La région dont nous allons nous occuper, et dont nous préparons la carte géologique, est limitée au sud par le chaînon du Monte-Corno, à l'ouest par la chaîne des Apennins (Pizzo di Sivo, monte della Sibilla), au nord par le fleuve Esino et à l'est par la mer Adriatique. Cette région comprend par conséquent une portion des Abruzzes et les marches de Fermo, de Macerata et d'Ancone, c'est-à-dire un pays presque inconnu encore aux naturalistes, mais qui n'en offre pas moins des faits intéressants, surtout en ce qui concerne les terrains de la période crétacée. Après avoir consacré plusieurs années à l'étude de cette contrée, nous avons cru devoir faire connaître les principaux résultats auxquels nous sommes arrivés sans attendre que la partie graphique de notre travail touchât à sa fin; et nous avons présenté à la section de géologie du congrès de Milan une collection de roches et de fossiles, avec un catalogue raisonné, et une coupe théorique indiquant la position relative des couches dont nous montrerons des échantillons. L'accueil que reçut ce premier essai nous a engagés à continuer nos travaux, et après de nouveaux voyages et de nouvelles observations, nous avons dû modifier quelques parties de notre première coupe, ainsi qu'on pourra s'en convaincre en la comparant à celle que nous joignons à cette note (pl. XI, fig. 1).

Nous avons partagé les couches de notre contrée en cinq groupes qui sont :

- 1° Terrain tertiaire supérieur (Pleistocène, Lyell).
- 2° — — subapennin (Pliocène).
- 3° — — moyen (Miocène?).
- 4° — crétacé.
- 5° — jurassique.

Nous nous bornerons dans cette note à indiquer sommaire-

Note de M. Edouard Collomb. Page 398



Note sur la constitution géologique de l'Italie centrale, par le Professeur Orsini et le C^{te} Alexandre Spada Lavini.

Fig. 2

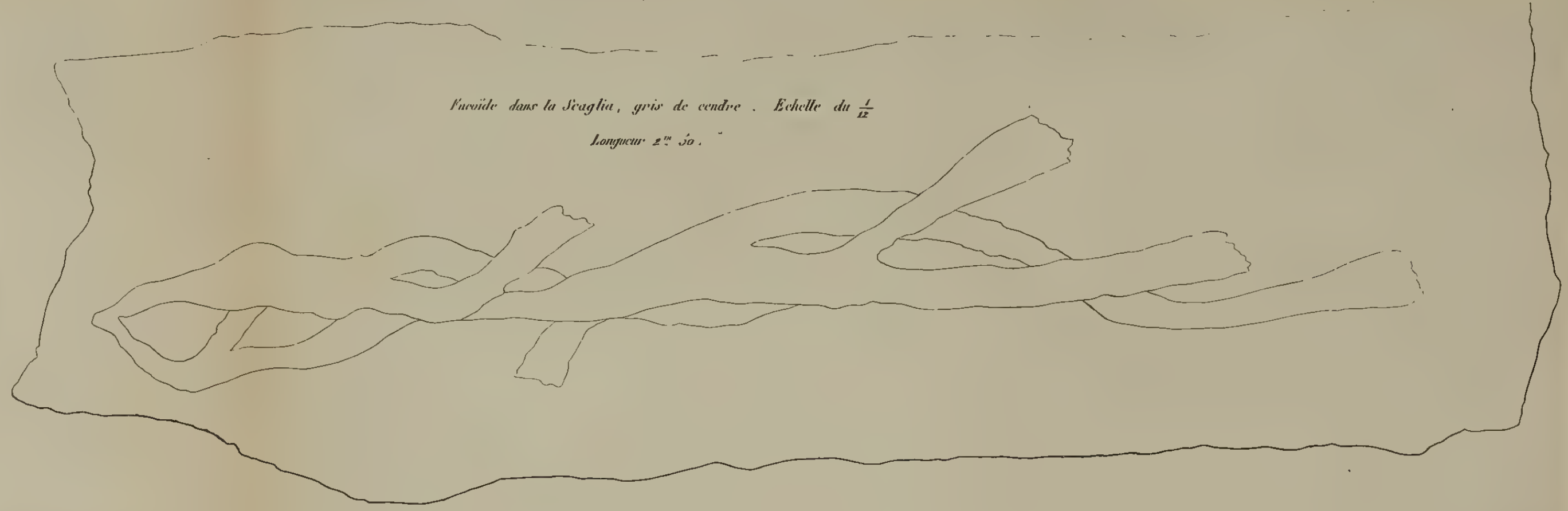
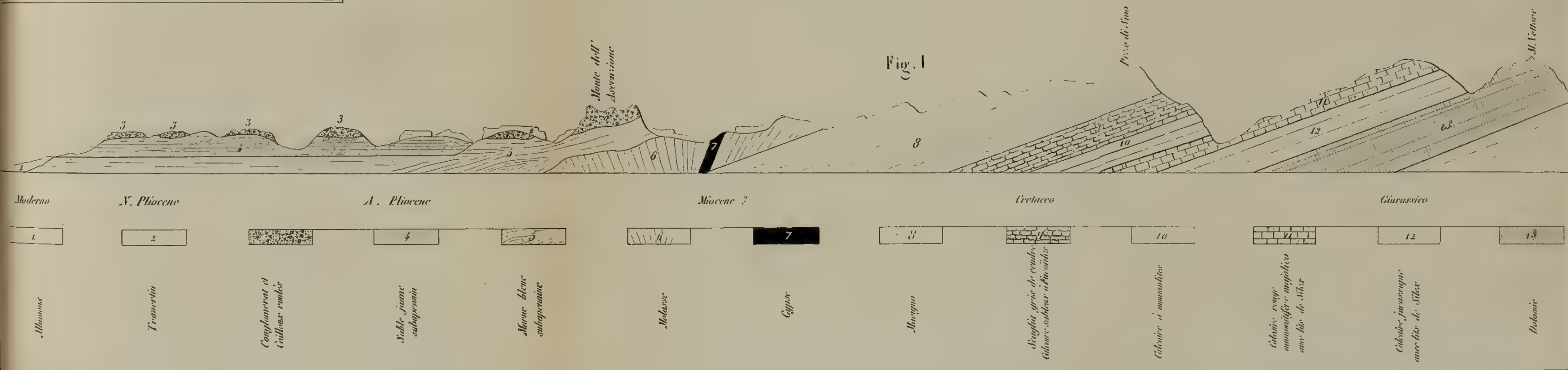


Fig. 1





ment les caractères principaux de ces cinq groupes, nous réservant d'entrer dans tous les détails dans la description qui accompagnera notre carte.

1° Terrain tertiaire supérieur (Pleistocène).

Nous plaçons dans ce groupe le *travertin*, savoir, ce dépôt lacustre qui occupe de grandes étendues dans la province d'Ascoli, et qui se retrouve dans les Abruzzes depuis Acquasanta jusqu'au-delà de Civitella.

La couleur du travertin varie du blanc au jaunâtre : il est tantôt compacte, tantôt spongieux, tufacé et peu cohérent; cette roche présente, en un mot, les mêmes caractères que le travertin de Rome et de Tivoli, et elle est employée aux mêmes usages. Elle renferme en très grand nombre des empreintes de tiges, de feuilles et de fruits de plantes qui appartiennent toutes à la Flore de nos contrées. On y rencontre de même des coquilles, des mollusques terrestres et fluviatiles qui vivent aujourd'hui dans les environs, comme par exemple les *Helix lucorum*, *aspersa*, *pisana*, *carthusiana*, *carthusianella*, *collina*, *ericetorum*, etc., etc.; le *Cyclostoma elegans*, et plusieurs espèces des genres *Limneus*, *Paludina*, *Planorbis*, *Ancylus*, etc. Le travertin est en couches horizontales, et il recouvre indifféremment tous les terrains plus anciens, ou pour mieux dire les parties de ces terrains qui formaient le fond des lacs au moment du dépôt du terrain tertiaire supérieur. Au mont de San-Marco, près d'Ascoli, le travertin forme des roches de plus de cent mètres de haut; les eaux du Castellano, qui tombent dans le Tronto près de cette même ville, recouvrent encore aujourd'hui d'un dépôt calcaire les corps qui s'y trouvent plongés pendant quelque temps, tout comme la chose a lieu pour les eaux de l'Anio et pour celles des diverses sources calcarifères, soit de l'Italie, soit d'autres pays.

2° Terrain subapennin (Pliocène).

Ce groupe forme la plus grande partie du sol de notre contrée; les collines qui s'étendent depuis les Apennins jusqu'à la mer Adriatique en sont composées presque en entier. On y distingue 1° un dépôt de cailloux roulés, agglutinés le plus souvent en une roche solide par un ciment calcaire; on trouve dans les éléments de ce poudingue toutes les roches des Apennins, même le travertin, ce qui prouve que le dépôt de ce travertin est postérieur au

transport des cailloux roulés. Le volume des cailloux varie habituellement depuis la grosseur d'un pois à celle d'un œuf; on en trouve cependant qui ont jusqu'à un mètre et demi de diamètre, dans les collines près de Grottamare, à trente kilomètres environ des Apennins. Le dépôt de cailloux roulés se trouve en lambeaux fort étendus à la partie supérieure du terrain subapennin; on peut le suivre sans interruption pendant douze kilomètres, entre Grottamare et Ripatransone. C'est près de cette dernière ville, sur une colline dite *la Macina d'oro*, que nous avons recueilli dans les travaux d'une nouvelle route une quantité d'ossements d'éléphants, de rhinocéros, de cerfs et autres mammifères. Le sommet de la montagne de l'Ascension, au nord d'Ascoli, est formé par ce poudingue qui y acquiert une épaisseur de plus de cent mètres.

Nous avons d'abord placé ce dépôt dans le groupe pleistocène; si nous le réunissons aujourd'hui au terrain subapennin, c'est surtout d'après les observations qui ont été faites sur ce même dépôt dans la campagne de Rome par Monseigneur de Medici-Spada et M. le professeur Ponzi, le premier, frère de l'un des auteurs de ce mémoire, et tous deux, nos amis intimes.

2° *Sable jaune*; il est en couches horizontales, entièrement siliceux lorsqu'il est désagrégé; il passe souvent, moyennant un ciment calcaire, à un grès compacte qui est employé comme pierre à bâtir à Ancône et dans une grande partie des Marches. La couleur jaune est plus ou moins intense, et l'abondance du mica argentin donne à la roche un brillant remarquable; les couches ont généralement un mètre d'épaisseur environ, quelquefois deux et même près de trois mètres, comme à Monte Corno, à la Montagnola d'Ancône, etc. Les couches arénacées sont séparées quelquefois par des lits de marne argileuse ou de petits galets; elles renferment en abondance des coquilles marines pour la plupart bivalves, qui ont été décrites dans la Conchyliologie subapennine de Brocchi.

3° *Marnes argileuses*; elles se retrouvent au-dessous des sables jaunes en stratification concordante; la couleur en est le gris bleuâtre: friable quand elle est parfaitement sèche, la marne subapennine s'imbibe facilement d'eau, et elle devient alors complètement plastique. Quelques couches en présentent d'une grande dureté. Les marnes subapennines contiennent des lits de lignite, des fragments de bois bitumineux, des strobiles de pins; les coquilles marines y sont à un parfait état de conservation, et on y rencontre particulièrement de grandes panopées, des pinnes, la *Venus lamellosa*, etc.

Vers leur partie inférieure, les marnes subapennines renferment de petites couches de gypse fibreux séparées des marnes par des lits d'un grès tout-à-fait semblable à certaines parties des sables jaunes supérieurs. Le gypse se trouve aussi disséminé dans la marne en cristaux appartenant à la variété trappéenne de Haüy, quelquefois groupés, mais en général à formes peu nettes. Le grès subordonné à la partie inférieure des marnes est quelquefois à l'état de *tripoli*, et on l'emploie alors à lustrer les métaux.

Nous ferons observer que les marnes inférieures et les grès sont disloqués et contournés aux approches du gypse, tandis que la partie supérieure des marnes reprend peu à peu la stratification horizontale régulière. Des eaux salées abondantes sourdent sur plusieurs points des marnes inférieures. La *Martra triangulara* et la *Corbula gibba* sont les coquilles les plus caractéristiques du terrain subapennin, car elles se trouvent partout, depuis la partie supérieure des sables jaunes jusqu'à la partie inférieure des marnes argileuses.

3° Terrain tertiaire moyen (Miocène).

Au-dessous des marnes subapennines on trouve un grès compacte (macigno-molasse) qui passe par gradations insensibles au gypse. Cette molasse est composée de grains plus ou moins volumineux de quartz agglutinés par un ciment calcaire; la couleur en est généralement le gris de fer; elle est dure et douée en même temps d'une grande ténacité; elle se délite en grandes écailles à surfaces lisses et miroitantes par suite de l'abondance des paillettes de mica argentin qui les recouvrent. Le gypse est d'un gris bleuâtre ou rougeâtre, à cassure semi-cristalline, brillante; il s'écrase sous le marteau en une poussière blanche. Il forme des masses de plusieurs mètres d'épaisseur, traversées par des veines de gypse fibreux et soyeux. Il n'est pas difficile de se procurer des échantillons qui présentent à la fois du grès-molasse et du gypse massif avec des veines soyeuses. A Ancône, à San Severino, à Tolentino, etc., on trouve fréquemment dans le gypse des squelettes bien conservés de poissons et des empreintes de feuilles dicotylédones. C'est dans les couches de ce groupe que sont ouvertes les carrières si nombreuses de pierre à plâtre des Marches; mais ces couches sont recouvertes là par le terrain subapennin, tandis que dans les environs d'Ascoli et dans les Abruzzes, le groupe gypsifère forme de grandes masses qui remplissent à elles seules les vallées ouvertes dans le terrain crétacé. Ces vallées ont quelquefois plus

de 3 kilomètres de large ; le gypse se trouve plus particulièrement vers le milieu du groupe de la molasse , dont les couches sont fortement inclinées et quelquefois presque verticales. On peut surtout bien étudier ce terrain en allant depuis Ascoli vers l'ouest jusqu'aux Apennins de la Sibilla , ou bien en longeant depuis le Pizzo de Colloto jusqu'au Monte Corno le chaînon *dei Fiori*.

Nous croyons devoir rapporter la molasse gypsifère à l'étage miocène , ou du moins à un étage tertiaire antérieur au pliocène , soit parce que les couches en sont discordantes à la fin de celles des marnes subapennines et de celles du terrain crétacé , soit parce que nous avons trouvé dans cette molasse des feuilles dicotylédones et des coquilles fort dégradées à la vérité , mais qui cependant sont tout autres que celles de la période crétacée. Les caractères minéralogiques de notre molasse sont tellement identiques avec ceux du macigno des Apennins , qu'il est impossible , dans une collection , de distinguer les échantillons des deux roches. Si l'on ajoute que les couches des deux groupes sont , à *Ascoli* , en stratification concordante , on concevra que nous ayons pu jadis comprendre la molasse gypsifère aussi dans le terrain crétacé : notre erreur durerait même encore si nous n'avions point trouvé les restes fossiles que nous venons de citer , et si nous n'eussions vu sur plusieurs points de nos contrées la molasse reposer sur le macigno en stratification complètement discordante. C'est dans les environs d'Ascoli et dans les Abruzzes qu'il faut étudier la molasse et le macigno pour bien comprendre la position géologique relative de ces deux grès , qui s'y voient à découvert sur de grandes étendues.

4^e Terrain crétacé.

Ce terrain , qui occupe une grande partie des Abruzzes et de la province d'Ascoli , est composé , 1^o d'un grès compacte (macigno) à grains quartzeux et ciment calcaire semblable en tout , comme nous venons de le dire , à la molasse miocène. Cet immense dépôt arénacé constitue à lui seul toutes les sommités du Pizzo di Sivo , qui s'élèvent jusqu'à 2,420 mètres au-dessus de la mer ; il s'étend au sud jusqu'à la chaîne du Monte Corno , et ferme en général la partie la plus considérable de nos Apennins. Il est très puissant et partagé en couches entre lesquelles on voit des lits minces d'une marne argileuse cendrée ; quelquefois le macigno est schisteux , et il fournit alors des ardoises grossières employées dans les campagnes à couvrir les maisons. On y trouve disséminés quelques

fragments de lignites, et c'est là la seule trace de restes organiques que nous ayons jamais rencontrée dans le macigno, quoique l'un de nous (le professeur Orsini) ait pendant de longues années exploré dans le plus grand détail toute la contrée dont il préparait alors la flore. 2° On trouve, subordonnée au macigno, une marne calcaire gris de cendre, d'une dureté moyenne, qui se délite naturellement en petites écailles par suite des actions atmosphériques, ou bien par le simple choc du marteau (propriété qui a valu à la roche le nom italien de *Scaglia*). Entre les couches de cette marne on rencontre 3° un calcaire nummulitique tantôt blanchâtre, tantôt gris et même noirâtre; la fracture en est inégale, anguleuse et parsemée de parties spathiques luisantes dues aux nummulites disséminées dans la roche. Ces fossiles au reste se voient bien plus distinctement sur les surfaces qui ont été longtemps exposées à l'air où ils font saillie, vu leur plus grande résistance aux actions météoriques. Nous y avons rencontré une turbinolie et plusieurs coquilles que nous n'avons pas pu déterminer encore. Lorsque le calcaire nummulitique atteint une grande puissance (comme par exemple à Grotta Grande, près d'Acqua Santa), la scaglia gris de cendre avec laquelle il alterne devient plus solide et passe à un calcaire sableux contenant en très grande quantité des empreintes de fucoides, dont une espèce gigantesque nous paraît nouvelle (nous en adressons une figure conjointement à cette note, pl. XI, fig. 2). Nous avons trouvé dans ce calcaire à fucoides des galets d'une roche trachytique tout-à-fait identique avec la *Masegna* des monts Euganéens. Nous ne voulons point en conclure cependant que ces galets aient été transportés de si loin jusqu'à la mer crétacée qui couvrait alors ces contrées, et d'ailleurs nous ne saurions admettre que les trachytes des monts Euganéens soient d'une époque aussi reculée : nous citons seulement ce fait comme tendant à prouver qu'il a existé des trachytes antérieurs à ceux de Padoue, dont les masses ont été cachées ensuite sous les dépôts de sédiment des périodes supracrétacées.

5° Terrain jurassique.

Nous pensons que la partie supérieure du terrain jurassique est représentée dans l'Italie centrale par le calcaire argileux à lits de silex connu sous le nom de *Majolica*, et par le calcaire à ammonites, auquel la majolica passe d'une manière insensible. Ces roches reposent en stratification concordante sur une série puissante de couches calcaires avec lits de silex rouges, noirs ou gris, qui, à

leur partie inférieure, deviennent dolomitiques, et forment alors la base de toutes les roches visibles de nos contrées. Nous avons adopté cette classification des calcaires de nos contrées dès l'époque où nous présentâmes au musée civique de Milan notre collection des roches de l'Italie centrale, accompagnée du *Catalogue raisonné* de ces roches. Nous ignorions alors que M. de Collegno eût proposé cette même classification (1); nous pouvons ajouter que toutes les observations que nous avons eu lieu de faire depuis cette époque (2) nous ont confirmé dans l'idée que la majolica et le calcaire rouge ammonitifère de l'Italie centrale appartiennent réellement au terrain jurassique.

Nous concluons de ce qui précède :

1° Que toutes les couches supérieures à la majolica, jusqu'au macigno inclusivement, appartiennent à la période crétacée;

2° Que notre calcaire à nummulites, loin d'être tertiaire, se trouve en couches subordonnées à la scaglia gris de cendre ou calcaire à fucoides; ce qui nous fait admettre avec M. Constant Prévost et plusieurs autres géologues que le calcaire à nummulites de l'Italie est crétacé;

3° Que le macigno constitue les couches plus récentes de la période crétacée, et qu'il avait subi un soulèvement antérieurement au dépôt de la molasse miocène qui lui est minéralogiquement identique;

4° Que le gypse, ainsi que la molasse à laquelle il est constamment associé, appartient à l'étage miocène, ou du moins à un terrain tertiaire plus ancien que les marnes subapennines.

M. Michelin, répondant à M. de Collegno, fait observer, relativement au mémoire de MM. Orsini et Spada Lavini, que vient de lire M. de Collegno, que les divers groupes géologiques ne lui paraissent pas suffisamment caractérisés. Ainsi, le terrain crétacé le serait par des Nummulites et des Turbinolies, et le terrain jurassique par le *Calcareo rosso* et des Ammonites fossiles examinées au congrès de Milan. En effet, pour plusieurs paléontologistes, les Nummulites en grande masse formant dans une partie de l'Europe la base du groupe supracrétacé, et n'étant, à ce qu'il paraît, accompagnées que de Turbinolies, dont de nombreuses espèces se rencontrent

(1) *Bulletin*, 2^e série, tome I^{er}, p. 179.

(2) *Bulletin*, 2^e série, tome II, p. 27.

dans les terrains subapennins, ne lui semblent pas être des preuves convaincantes pour déterminer que les couches 8, 9 et 10 de la coupe n° 1, pl. XI, sont crétacées. Il croit, au contraire, devoir rapporter ces derniers terrains à la partie inférieure du groupe supracrétacé.

Quant au terrain jurassique, MM. Orsini et Spada Lavini s'appuient sur la présence d'un *Calcareo rosso*; mais il a été reconnu à Milan, surtout après la course de Varese, que ce nom, plutôt minéralogique que géologique, avait occasionné des confusions, attendu que des terrains, soit du groupe crétacé, soit du terrain oolitique, avaient la même apparence.

M. de Collegno répond à M. Michelin que les fossiles apportés à Milan par MM. Orsini et Spada Lavini étaient des Ammonites, qui toutes ont été reconnues pour appartenir à des espèces du terrain jurassique de la Lombardie.

Quant au terrain crétacé, M. de Collegno croit qu'il est bien caractérisé dans les environs d'Ascoli, comme dans la Brianza et à Varese, par les *Fucoides furcatus*, *Targionii*, *intricatus*. Si on a cru voir dans un même calcaire marneux rouge des Ammonites jurassiques et des Fucoides crétacées, cela tient, d'après M. de Collegno, à ce que souvent des failles ont porté à un même niveau des couches de mêmes caractères minéralogiques, quoique déposées dans des périodes différentes. Au reste, M. de Collegno croit avec M. Michelin que la confusion qui a régné si longtemps dans les classifications des terrains stratifiés de l'Italie tient à la trop grande importance que l'on y a donnée aux caractères minéralogiques des couches de ces terrains. On peut voir, à ce sujet, les remarques de M. Pilla en réponse à une lettre de M. Cattullo, insérées dans le *Cimento* (journal de Pise), et qui ont été présentées à la Société, dans sa séance du 5 mai.

M. Michelin répond que, dans le peu de temps que la pluie a permis de sortir de la maison de M. Porro, à Induno, il a trouvé dans la même roche des Ammonites et des traces de Fucoides, et qu'il croit pouvoir en faire voir à la Société à une des prochaines séances, mais dans un état presque indéterminable; qu'au surplus les Fucoides sont de toutes les

époques, et que quelques points de ressemblance ont pu faire confondre des espèces.

M. Angelot fait la communication suivante :

Notice sur la dépression au-dessous du niveau de la mer de certaines parties de l'Afrique septentrionale et plus particulièrement de l'Oasis de Syouah ou d'Ammon, par V.-F. Angelot.

Les traités généraux de géographie physique et de géologie publiés en France donnent toujours l'altitude des points du sol les plus élevés, des sommets de montagnes ; mais jusqu'à présent ils se sont très peu occupés des points de plus grande dépression, et en particulier de celle qui a lieu au-dessous du niveau des mers. Ce n'est, il est vrai, que depuis le commencement de ce siècle, et surtout depuis quelques années, qu'on a acquis des notions positives à cet égard. Jusque là on n'avait guère fait que soupçonner ce genre de phénomènes, presque aussi curieux que ceux de l'ordre opposé.

Ce n'est donc que dans des mémoires spéciaux, dans des monographies locales, qu'on en trouve la constatation. Précédemment, dans un mémoire assez étendu, lu dans votre séance du 17 avril 1843 (1), j'ai groupé ceux de ces faits géodésiquement constatés dont j'avais pu rencontrer l'indication. Je crois devoir continuer aujourd'hui cette humble tâche de *compilateur*. Je pense qu'elle ne sera pas tout-à-fait sans intérêt, n'eût-elle pour résultat que d'appeler l'attention des voyageurs géologues, et de les engager à recueillir les faits du même genre qui ont jusqu'à présent échappé aux observations.

Je ne m'occuperai point ici de la dépression au-dessous du niveau de l'Océan d'un assez grand nombre de points des Pays-Bas, dépression qui peut aller jusqu'à 2 mètres, peut-être même jusqu'à 3 ou 4 en certains endroits. Ces exondations, dues uniquement au travail de l'homme, sont éphémères, comme toutes ses œuvres,

(1) *Recherches sur l'origine du haut degré de salure de divers lacs placés dans le fond de grandes dépressions du sol des continents, et en particulier de la Mer-Morte, suivies de considérations sur l'origine du sel gemme en couches. Bulletin de la Société géologique de France, 1^{re} série, t. XIV, p. 356-391.*

et ne se maintiennent qu'à grand'peine par l'action continue des générations successives. Elles n'ont point le caractère de celles opérées par la nature au moyen de l'évaporation des eaux de la mer. Ce caractère est la concentration graduelle de la salure des eaux qui produit en dernier résultat des dépôts de sel à la surface du sol, indice constant de la présence ancienne de la mer dans ces points.

L'an dernier, nous avons vu voguer des barques à la surface du lac, ou mer de Harlem, à un niveau très sensiblement inférieur à celui de l'Océan, qui s'en approche, par le Zuydersée et le golfe de l'Y, jusqu'à n'en être séparé que par un étroit chemin de fer. Ce lac est d'une étendue de plusieurs lieues. Bientôt sans doute les puissantes machines à vapeur qui en ont commencé l'épuisement, momentanément suspendu par suite de contestations assez bizarres sur certains droits de pêche (1), reprendront leur tâche. Elles accompliront par un dessèchement absolu le plus grand résultat de ce genre qu'ait jamais atteint la persévérance hollandaise et l'industrie humaine. Mais la nature, cette gigantesque ouvrière, n'y laissera passon cachet, la présence du sel, et vienne un temps d'abandon ou seulement de relâche de la part des hommes, la mer reprendra en un instant ces conquêtes si merveilleusement faites sur elle.

Déjà, à l'aide de la *Description de l'Égypte*, ce grand et riche ouvrage, plus connu de nom que consulté, je vous ai parlé de la dépression au-dessous du niveau de la mer de certaine partie du sol de ce pays, le bassin des *Lacs Amers* (2). Je m'en servirai de nouveau pour signaler à votre attention beaucoup d'autres points de cette contrée d'une étendue considérable qui se trouvent dans les mêmes conditions.

Je prendrai le plus grand nombre de ces indications dans l'extrait d'un mémoire de M. Gratien Le Père, l'un des ingénieurs de l'expédition d'Égypte, sur les lacs et les déserts de la Basse-Égypte (3). Voici l'énumération de divers lacs dont les bassins sont inférieurs au niveau de la mer, et quelques détails à l'égard de ces dépressions du sol du continent africain.

(1) Concédés à l'Université de Leyde, sur le lac de Harlem, et dont elle se trouverait bien évidemment dépouillée par le dessèchement artificiel de ce lac; aussi s'y oppose t-elle et a-t-elle fait arrêter les travaux jusqu'au règlement de ses droits.

(2) Voir ci-après § 9, p. 426.

(3) *Extrait d'un mémoire sur les lacs et les déserts de la Basse Égypte*, Soc. géol. Tome II, 2^e série.

Une remarque à faire, c'est que, par des circonstances diamétralement opposées à ce qui a lieu dans les Pays-Bas, dans la Basse-Égypte l'action humaine, au moyen de la dérivation de canaux du Nil, arrête l'assèchement naturel de plusieurs de ces lacs.

§ 1^{er}. *Lac Maréotis.*

Le lac Maréotis (*Mareotis lacus*), aujourd'hui appelé *Boheyreh Mariout* par les Arabes, a 85,784 hectares de superficie (1). Son bassin longe la côte maritime d'Alexandrie jusqu'à la tour des Arabes, sur 38 à 40 kilomètres. A l'époque où l'armée française occupa l'Égypte, de 1798 à 1801, ce lac n'offrait qu'une plaine sablonneuse, dont la partie la plus basse retenait des eaux de pluie qui y séjournaient une grande partie de l'hiver. MM. Chabrol et Lancret, dans une notice topographique écrite en 1800 (2), font connaître qu'il y avait alors un lac de natron à trois lieues seulement de Damanhour; qu'en se dirigeant vers le N. O., auprès du village de Senhour, on trouvait sur une terre grasse extrêmement noire, de l'eau *salée* et du *sel marin* cristallisé, sans doute mêlé d'un peu de natron; que le terrain de la vallée de Maryout, laquelle était sur le bord de la mer, et celui du lac Maréotis étaient *salés* et ne pouvaient être cultivés, etc.

On voit par les relations d'Aboulfedâ, en 1400; de Belon, en 1532; de Villamont, en 1590, et de Thévenot, en 1663, que ce lac et les anciens canaux qui y affluaient, existaient encore à ces diverses époques. Son dessèchement ne date donc que de la fin du XVII^e ou du commencement du XVIII^e siècle.

Mais, le 4 avril 1801, l'armée anglo-turque ayant coupé les

par M. Gr. Le Père, ingénieur au corps royal des ponts et chaussées. *Description de l'Égypte. — État moderne*, p. 199-225 du t. XIV, 1825, 2^me édition in-8°.

(1) Les surfaces données en hectares ici et plus loin ont été relevées par M. Gr. Le Père sur la carte d'Égypte dressée au dépôt de la guerre à l'échelle de 0,0001. Il ne donne pas la surface des lacs *salins* « parce qu'on n'en connaissait pas assez les dimensions, dit-il p. 222 de son mém. précité. »

(2) *Notice topographique sur la partie de l'Égypte comprise entre Rahmânyeh et Alexandrie, et sur les environs du lac Maréotis*, par MM. Chabrol et feu Lancret. — *Description de l'Égypte. — État moderne*, t. XVIII, 2^me partie, 1829, p. 1-16, 2^me édition in-8°. Voir particulièrement les p. 4, 13 et 14.

dignes du canal d'Alexandrie vers l'extrémité occidentale du lac Ma'dyeh, les eaux de ce lac, aussi salées que celles de la mer qui y communique, s'y versèrent par trois ou quatre ouvertures, et mirent soixante-six jours à remplir l'ancien bassin du lac Maréotis. L'état des lieux tel que l'avaient décrit MM. Chabrol et Lancret fut bien changé, et un village dont ils parlent forme actuellement une île. Enfin M. Gratien Le Père conclut comme évident que le bassin du lac Maréotis est resté inférieur au niveau de la mer, puisque, par suite de cette opération désastreuse, les eaux salées qui en recouvrent aujourd'hui toute l'étendue y ont pris sur divers points 7, 8, et peut-être jusqu'à 10 mètres de profondeur (1).

§ 2. *Lac Ma'dyeh, ou d'Abouqyr.*

Le lac Ma'dyeh (2) (*Boheyreh Ma'dyeh*), ou lac d'Abouqyr, a 13,832 hectares de superficie. C'est un lac de nouvelle formation dont les eaux participent de la salure de la mer, avec laquelle il communique par une ouverture d'environ 400 mètres de largeur, qui tient à peu près l'emplacement de l'ancienne bouche canopique, et est située au centre d'une anse profonde que forme la rade d'Abouqyr. On trouve sur la langue de terre sablonneuse qui sépare ce lac de la mer des vestiges d'une digue construite, à ce qu'on croit, vers le milieu du XVI^e siècle, et dont la longueur, continue sur 3 kilomètres, suit la côte de l'O. à l'E. On lit dans la relation des voyages de Paul Lucas, qu'en 1715 cette digue fut rompue par un violent coup de mer dont les eaux submergèrent depuis cette époque le lac Ma'dyeh. Elle fut encore très endommagée en 1782 par une grosse mer. La profondeur moyenne de ses eaux était d'un mètre environ; mais la submersion du Maréotis par les eaux de mer, lors de la rupture faite aux digues du canal d'Alexandrie, en avril 1801, a dû y former des fosses assez profondes pour permettre à des bâtiments de 1 à 2 mètres de tirant d'eau d'y naviguer, et sa profondeur varie maintenant de 2 à 3 mètres, suivant la direction, la force et la durée des vents. Quant les vents de mer soufflent avec violence, cette profondeur va jusqu'à 4 mètres (3).

(1) Voir les p. 200, 201, 202 et 222, du mém. préc. de M. Gr. Le Père.

(2) *Ma'dyeh* signifie en arabe *passage d'eau*.

(3) Voir les p. 202-204 et 222 du mém. préc. de M. Gr. Le Père.

§ 3 *Lac d'Edkou.*

Le lac d'Edkou (*Boheyreh Edkou*) a 33,772 hectares de superficie. Il occupe en partie l'espace compris entre le Ma'dyeh et la branche du Nil de Rosette. Ce lac était encore considérable avant l'expédition française ; mais depuis il était presque entièrement desséché, parce que les digues des canaux qui y versent les eaux du fleuve n'avaient pas été ouvertes. Dans l'inondation de septembre 1800, les habitants d'Edkou obtinrent du gouvernement français l'ouverture en trois points de la digue de Deyrout pour prendre l'eau du Nil. Cette inondation fut si abondante que les eaux du lac, qui s'élevèrent de 50 à 60 centimètres au-dessus du niveau des eaux de la mer, causèrent quelques dégâts dans le pays, et qu'elles s'ouvrirent une bouche à la mer de 150 mètres environ de largeur sur une profondeur de 3 à 4 mètres (1).

D'après MM. Chabrol et Lancret (2), entre Edkou et les digues d'Abouqyr la mer s'élève quelquefois fort au-dessus des terres. Le lac d'Edkou est un simple bas-fond qui, dans aucun endroit, n'a plus d'un mètre au-dessous du niveau de la mer. Il reçoit les eaux du Nil au temps de l'inondation. Quand celle-ci est très abondante, les eaux se jettent dans la mer non loin d'Abouqyr. La communication avait, en 1800, de 6 à 7 mètres de profondeur et 30 à 35 mètres de largeur. Les sables que la mer apporte suffisent ordinairement pour la fermer. Lorsque l'inondation a été faible, ou lorsqu'on a négligé d'ouvrir les digues qui doivent laisser passer les eaux du Nil dans le lac d'Edkou, alors celui-ci est réduit à une petite étendue ; l'eau est *extrêmement salée*, et la pêche fort peu abondante.

§ 4. *Lac de Bourlos.*

Le lac de Bourlos (*Boheyreh Borollos*) a 112,860 hectares de superficie. Il occupe la plus grande partie de la côte maritime comprise entre les branches de Rosette et de Damiette. Sa profondeur n'est en général que de 1 mètre. Il reçoit divers canaux dérivés du Nil. Son embouchure, variable dans sa largeur de 200 à 250 mètres, offre 3 à 5 mètres de profondeur suivant l'état du fleuve.

(1) Voir aux p. 204 et 222 du mém. préc. de Gr. Le Père.

(2) Voir aux p. 7, 9 et 10 de leur *Notice topographique* précitée.

Le fond de ce bassin est évidemment inférieur à la mer, puisque ses eaux saumâtres, en diminuant avec le Nil, reprennent toute la salure des eaux de mer qui y affluent, et s'élèvent plus ou moins suivant la force et la direction des vents du large (1).

§ 5. *Lac Menzaleh.*

Le lac Menzaleh (*Boheyreh Menzaleh*) a 183,844 hectares de superficie. Il s'étend depuis Damiette jusqu'au-delà du château de Tyneh, près et au nord des ruines de Péluse. Il est séparé de la mer par un banc de sable de peu de largeur coupé par diverses bouches à la mer (2).

D'après Malus (3), un canal entre dans le lac Menzaleh et le traverse dans un espace de 12 lieues jusqu'à la mer, en conservant sa course et son lit. Leurs eaux ne se mêlent pas, et la profondeur du lac n'étant que d'environ 1 mètre (4), on distingue partout le lit du canal, dont la profondeur, aux approches du lac Menzaleh, est d'environ 4 mètres. Pendant neuf mois de l'année, l'eau du Nil coule librement vers le lac; pendant les trois derniers mois, l'eau du lac reflue dans l'intérieur des terres, dans un espace de 7 à 8 lieues, malgré la précaution qu'on a de construire tous les ans à Kafr-Moueyss une digue qui dure trois mois. Lors du temps le plus éloigné des crues, en face d'El-Lebaydy, où il n'y a qu'un seul pied d'eau, le lac Menzaleh est entièrement *salé*.

§ 6. *Étang des Dattes.*

L'étang des Dattes (*Birket-el-Balah*) a 13,028 hectares de superficie. Ce sont des lagunes impraticables, couvertes de végétaux et d'arbrisseaux de nature saline. Elles existaient anciennement,

(1) Voir aux p. 205, 217 et 222 du mém. préc. de M. Gr. Le Père.

(2) Voir aux p. 205 et 222 du mém. préc. de M. Gr. Le Père.

(3) *Extrait d'un mémoire sur l'état ancien et moderne des provinces orientales de la Basse-Egypte*, par feu Malus. — *Description de l'Egypte. — État moderne*, t. XVIII, 2^me partie, 1829, p. 17-28, 2^me édition, in-8° et particulièrement aux p. 25-27.

(4) Malte-Brun. *Précis de la Géographie universelle*, nouv. édition, revue par M. J.-J.-N. Huot, Paris, 1854, t. X, p. 100, dit du lac Menzaleh : « Il a environ 17 lieues de longueur, sur 7 dans sa moyenne largeur. Sa profondeur est d'à peu près cinq brasses, mais ses dimensions augmentent pendant les inondations du Nil », J'ignore où Malte-Brun a puisé ce dernier chiffre.

suivant Strabon, et sont formées par les eaux du Menzaleh, qui s'étendent de Tynch jusqu'à 45 kilomètres environ dans le sud, vers le centre de l'isthme de Soueys. Leur fond est évidemment inférieur au niveau de la Méditerranée, puisqu'elles ne sont, à proprement parler, qu'un épanchement des eaux douces ou salines du Menzaleh, suivant ses divers états, par le Qantarali ou pont qui l'en sépare sur la route d'Égypte, en Syrie, par Salehyeh (1).

§ 7. *Lac Sirbonide.*

Le lac Sirbonide (*Sirbonis lacus*), ou lac de Beaudouin (*Sebākhah Bardoual*), commençait, d'après Hérodote, Diodore et Strabon, au mont Cassius, situé à l'est de Péluse. Il occupe principalement tout l'espace compris entre le cap Straky et le cap Kas ou Kaçaroun, qui est de sept à huit heures de marche en suivant les bords sablonneux de la mer. Sa largeur est limitée au sud par la route de Qatyeh et à El-A'rych, qui est de 10 à 11 kilomètres. Tout cet espace, qui est le bassin de l'ancien lac, est encore aujourd'hui recouvert en grande partie de sables et d'une croûte saline. Il renferme, comme les lagunes adjacentes, à l'ouest, vers Tynch, les mêmes abîmes qui y existaient il y a deux mille ans, suivant Diodore et Strabon (1).

§ 8. *Bassin de l'Isthme de Soueys* (2).

M. Gratien Le Père, arrivant à parler des *Lacs Amers*, sans entrer dans aucun détail à leur égard, dit qu'il croit devoir substituer à cet ancien nom celui de *Lac des Deux Mers*, et renvoie (3) au mémoire de son frère, M. J.-M. Le Père, ingénieur en chef, sur le *Canal des Deux-Mers* (4).

M. Dubois-Aymé, dans un travail spécial (5), établit et démontre que M. J.-M. Le Père a confondu mal à propos, comme

(1) Voir aux p. 206, 217 et 222 du mém. précit. de Gr. Le Père.

(2) Désigné à tort par M. J.-M. Le Père et la grande carte d'Égypte du dépôt de la guerre comme étant les *Lacs Amers* des anciens.

(3) Page 211 et 212 du mém. préc. de G. Le Père.

(4) Voir ci-après la note (1) de la page 428.

(5) *Appendice au Mémoire sur les anciennes limites de la mer Rouge*, par M. Dubois-Aymé, ingénieur des ponts et chaussées, membre de la commission d'Égypte, etc. — *Description de l'Égypte. — État moderne*, t. XVIII, 1^{re} partie, 1826, p. 341-382. 2^{me} édition, in-8°.

formant un seul et même bassin, le bassin situé au nord de Soueys, que M. Dubois-Aymé appelle *bassin de l'Isthme*, et qui n'est séparé du golfe Arabique que par un banc de sable, avec les fontaines et *Lacs Amers* (*Lacus Amari* des anciens). Ces derniers lacs étaient au N.-O. et au N. du bassin de l'Isthme et au N. des ruines auxquelles on a donné le nom de *Serapeum*, et forment des lagunes et terrains marécageux connus sous le nom de *Krah* et de *Lac du Crocodile* (*Temsâh*). M. Dubois-Aymé dit que c'est au bassin des *Lacs Amers* que venait aboutir le canal creusé par Ptolémée, et non au *bassin de l'Isthme* qui, suivant lui, faisait encore partie de la mer Rouge au moment où Hérodote voyageait en Égypte, en sorte que le *Serapeum* se trouvait sur le rivage du golfe Arabique. Il pose comme certain que, ni lors de l'inondation de 1800, ni jamais, les eaux du Nil ne se sont déversées dans le *Bassin de l'Isthme*, où il a fait plusieurs fouilles sans jamais rencontrer la plus petite parcelle de limon. Au contraire, dans les crues extraordinaires, ces eaux se déversent dans le *Lac du Crocodile* ou les *Lacus Amari*, séparés de ce bassin par une suite de dunes ou de collines liées à la butte sur laquelle est situé le *Serapeum*, et qui le ferment au nord. Il ajoute en note que M. J.-M. Le Père, auquel il a communiqué cette partie de son travail, a reconnu son erreur à cet égard, notamment celle que lui, Le Père, avait commise en disant que cette partie du désert (le bassin de l'Isthme) avait dû être couverte des eaux de l'inondation du Nil en 1800 (1).

Comme, dans notre mémoire précité, nous avons nous-même suivi M. J.-M. Le Père dans tout ce que nous avons dit des *Lacs Amers*, il se trouve par suite que nous avons répété les erreurs qu'il avait commises. Ainsi, tout ce que nous disons de la grande dépression trouvée sur la ligue de nivellement des ingénieurs français comme s'appliquant au bassin des *Lacs Amers* (2) s'applique au *bassin de l'Isthme*, tel que le définit M. Dubois-Aymé; tandis que le nom de *Lac du Crocodile* et les inondations du Nil (3) concernent bien réellement le bassin des lacs désignés par les anciens sous le nom de *Lacs Amers*.

L'aspect du terrain salin, tel que je l'ai décrit (4), est bien celui

(1) Voir aux p. 349, 351, 352, 360, 367, 368 et 377 du mém. préc. de M. Dubois-Aymé.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, 1^{re} série, t. XIV, p. 361 et 362.

(3) *Bulletin de la Soc. géolog.*, p. 360 et 361.

(4) *Bulletin de la Soc. géolog.*, p. 361 et 362.

du bassin de l'Isthme. Guidé par l'opinion de M. J.-M. Le Père, qui croyait à tort que le Nil y pénétrait dans ses plus grandes inondations, j'attribuai aux eaux de ce fleuve le brisement du plateau salin dont il est parlé, et j'en tirais des conclusions par analogie relativement à la Mer-Morte (1). La rectification des faits suffit pour renverser cette hypothèse, puisque le Nil n'y pénétra jamais. M. Dubois-Aymé donne une autre explication de ce genre de phénomène. Il trouve que ce plateau salin représentait en grand ce que nous voyons dans nos laboratoires lorsqu'une dissolution saline, renfermée dans une capsule, a été tellement concentrée qu'une croûte s'est formée à la surface, et s'est ensuite soulevée et brisée par l'évaporation du liquide qui était au-dessous. M. Dubois-Aymé ajoute qu'ils n'ont rien vu de semblable dans les autres parties de l'isthme; les parcelles d'hydrochlorate de soude trouvées ailleurs ne peuvent entrer en comparaison avec les masses qui existent ici. Les coquilles que l'on aperçoit dans ce bassin ne sont ni des coquilles fluviatiles, ni des coquilles fossiles, mais sont semblables à celles que la mer rejette sur ses grèves, et que Niebuhr a vues auprès de Soueys vivantes sur un rocher qui n'était couvert d'eau que par la marée, tandis qu'il a trouvé de semblables coquilles vides dans un lieu que la mer n'atteignait plus (2).

M. Devilliers, qui accompagnait M. J.-M. Le Père, dit, dans son *Journal de voyage* (3), en parlant des lacs ou parties basses du grand bassin de l'Isthme, qu'il a traversé dans une étendue de 3 trois lieues en se dirigeant du *Serapeum* aux montagnes de Soueys, qu'on y remarquait pendant la première lieue du sulfate calcaire cristallisé en aiguilles rayonnantes, et par masses isolées d'environ 3 pieds de haut, qui avaient l'apparence de troncs de palmiers coupés. Le terrain s'amollit et descend : on trouve enfin de la boue et de l'eau extrêmement saumâtre, dans laquelle il lui a paru que le muriate de soude dominait plus que dans l'eau de mer. De l'autre côté, le terrain est fendu en quartiers de 15 à 20 pieds, qui ont environ 4 pieds de haut : l'eau les dissout et les divise. Les blocs sont composés de masses de muriate de soude, quelquefois très considérables, et de sables mélangés de petits cristaux de sulfate de chaux. Après une lieue et demie de ce terrain

(1) *Bulletin de la Soc. géolog.*, p. 363, 375, 376 et 385.

(2) Voir aux p. 355-358 du mém. préc. de M. Dubois-Aymé.

(3) *Extrait du journal de voyage de M. Devilliers*, ingénieur des ponts et chaussées, p. 379-382, à la suite du mém. préc. de M. Dubois-Aymé.

tourmenté, le sol s'abaisse encore; il est humide et boueux. De l'autre côté on trouve, en s'élevant, quelques coquillages sur du sable; puis du sable sans coquilles sur lequel il y a du carbonate de chaux qui paraît se décomposer; et enfin des cristaux de gypse rayonnant la pointe en bas. Le terrain est boursoufflé et fendu, non comme par l'effet d'un retrait entre ses parties, mais, au contraire, comme si une plus grande extension les eût soulevées et brisées. Les parties les plus saillantes de ce terrain sont des masses de muriate de soude, qui présentent des crevasses de quelques pouces de largeur, à travers lesquelles M. Devilliers a sondé sans trouver le fond à 1 mètre de profondeur au-dessous du muriate de soude.

J'ai donné en note, page 362 du tome XIV du *Bulletin*, 1^{re} série, les niveaux comparés, d'après les nivellements géodésiques, de la Méditerranée, de la mer Rouge et du point le plus bas du bassin des Lacs Amers. C'est d'abord du bassin de l'Isthme qu'il faut entendre cette dernière indication, d'après ce que nous venons de dire plus haut. En outre, M. Dubois-Aymé fait observer que les ingénieurs français, quand ils parlent des hautes eaux de la mer Rouge, entendent toujours le niveau qu'elles atteignent le 5 pluviôse an VII (24 janvier 1799), à la marée haute, à 2,270 mètres au N. de Soueys; mais qu'il résulte des observations qu'ils ont faites à Soueys que la mer Rouge s'élève dans les marées extraordinaires à 2 pieds 6 pouces (0^m,812) au-dessus de celle qui a servi de point de comparaison dans leur nivellement (1). Le point le plus bas de la ligne de nivellement dans le bassin de l'Isthme n'est donc pas seulement à 54 pieds 3 pouces 2 lignes (17^m,627), mais en réalité, à très peu près, à 56 pieds 9 pouces 2 lignes (environ 18^m,439) au-dessous des plus hautes marées de la mer Rouge, c'est-à-dire que, si elles y retournaient, elles y auraient parfois dans ce point cette profondeur. La dépression de ce même point au-dessous de la haute mer à Tyneh (Méditerranée) est d'environ 24 pieds (8^m,071). Ce bassin, partout inférieur à la mer Rouge, n'en est séparé que par une digue naturelle qui n'a qu'environ 5 à 600 mètres de largeur, si on la prend au point des plus hautes eaux, et 4 à 5,000 mètres si l'on prend seulement du ni-

(1) Le niveau de la basse mer à Tyneh (Méditerranée) n'est donc pas seulement de 9^m,908, chiffre aujourd'hui stéréotypé, mais de 9^m,908 + 0^m,812 = 10^m,72 environ au-dessous du point qu'atteignent parfois les plus hautes eaux de la mer Rouge. La différence entre la haute et la basse mer à Tyneh n'est que de 0^m,352.

veau de la haute marée du 24 janvier 1799. Le point le plus élevé de la ligne de nivellement à travers ces ensablements n'est que de 3 *lignes* au-dessus des plus hautes eaux de la mer Rouge. Mais en supposant quelques faibles erreurs dans le nivellement, parce que les mires furent toujours placées dans les endroits les plus bas, et en faisant attention que *la laisse*, qui a servi aux ingénieurs à établir la limite des plus hautes marées, a pu leur donner une quantité trop forte de quelques pouces, attendu l'effet de la poussée du flot et quelquefois du vent, il n'en résulte pas moins que sans s'en tenir à cette quantité précise de 3 *lignes*, du moins peut-on assurer que dans les marées extraordinaires, la mer Rouge s'élève presque au même niveau que quelques parties du terrain qui la sépare du bassin de l'Isthme.

Au N. de ce bassin, la digue naturelle, analogue à celle qui le sépare au S. du golfe Arabique, atteint, et c'est dans le voisinage du *Serapeum*, une élévation d'au moins 7 pieds 10 lignes (2^m, 296) au-dessus des hautes eaux de la mer Rouge (1). Plus au N. encore, la plus grande partie du sol de l'Isthme paraît, en général du moins, inférieure au niveau de la mer Rouge.

L'étendue du bassin de l'Isthme n'est pas bien connue. M. J.-M. Le Père, d'une manière d'ailleurs assez vague, indique l'ensemble des bassins qu'il confond comme ayant environ 15 lieues de tour. Le bassin de l'Isthme serait donc présumé, d'après cela, avoir cette étendue, déduction faite de la superficie des bassins des Lacs Amers (voir le § suivant). Comme les ordonnées de la ligne de nivellement des ingénieurs français, combinées avec les indications de MM. J.-M. Le Père et Dubois-Aymé, nous paraissent donner à la dépression du sol au-dessous du niveau des plus hautes eaux de la mer Rouge dans le sens du nivellement, seulement du point de départ sur cette mer jusque vers le *Serapeum* ou un peu au-delà, une longueur de 70 à 78 kilomètres, nous sommes porté à regarder cette étendue comme plus considérable.

§ 9. *Lacs Amers, ou du Crocodile, etc.*

Les *Lacs Amers* (*Lacus Amari*) ou fontaines amères des anciens forment des lagunes et terrains marécageux désignés sur la grande carte d'Egypte, du dépôt de la guerre, sous les noms de *Krah* ou *Krahah* et de *lac du Crocodile* (Temsâh), sous lesquels ils sont maintenant connus. Ils sont au N.-O. et au N. du bassin de

(1) Voir aux p. 342-346 et 349 du mém. préc. de M. Dubois-Aymé.

l'Isthme et au N. du *Serapeum* (1). M. Dubois-Aymé donne comme constant que ces lacs reçoivent les eaux du Nil dans les inondations extraordinaires (2), et M. Devilliers dit que, dans la grande inondation de 1800, l'eau de ce fleuve se répandait dans deux vastes bassins ayant 5 à 7 lieues de circonférence, et indiqués sur la carte sous le nom de lac du *Temsah* (lac du Crocodile) (3). M. Devilliers ne pouvait apprécier cette étendue que par la vue de l'eau de l'inondation qui les avait envahis, et l'eau du Nil à ce moment paraît y être restée inférieure de plus de 11 pieds aux eaux de la mer Rouge.

Leur ancien nom de *Lacs Amers* ne paraît laisser aucun doute sur leur extrême salure, quoique l'on puisse supposer que le lavage des grandes inondations du Nil a pu la diminuer. La confusion que faisait M. J.-M. Le Père, de ces bassins avec celui de l'Isthme, semble prouver aussi qu'ils ont le même aspect salin. Cependant je ne trouve rien de précis à cet égard indiqué par les ingénieurs français, si ce n'est la qualification de *Marais salants* donnée sur la carte aux lagunes dites *Krah*.

Leur dépression au-dessous du niveau de la mer Rouge est géodésiquement constatée. M. Dubois-Aymé dit que c'est dans le bassin des *Lacs Amers* que devait nécessairement déboucher le canal de Ptolémée. A 86,182 mètres de la mer Rouge, au point de la ligne de nivellement et de ce bassin où se perdent les traces du canal, la dépression du sol est de 12 pieds 7 pouces 1 ligne (4^m,089) au-dessous du niveau de la haute mer à Soneys. A 6,895 mètres plus loin, sur la partie de cette même ligne de nivellement qui se dirige vers le Kaire, dans la vallée de Saba'h-byar (les Sept Puits), par laquelle l'eau du Nil se déverse dans les *Lacs Amers*, la dépression atteint 19 pieds 11 pouces 8 lignes (6^m,487) au-dessous de ce même niveau; mais le nivellement n'indique nulle part pour ces bassins, comme il l'indique pour celui de l'Isthme, une dépression au-dessous du niveau de la Méditerranée. Du point indiqué de la vallée de Saba'h-byar au Kaire, il constate une dépression presque constante du sol au-dessous du niveau de la mer Rouge; cependant le niveau du sol se maintient toujours au-dessus de celui de la Méditerranée, sauf en un point du Ras-el-Ouady, où il semble y descendre dans la vallée habitée par les Arabes Toumylat. Cette vallée, par laquelle les grandes inon-

(1) Voir le § précédent.

(2) Voir p. 349-351 du mém. préc. de M. Dubois-Aymé.

(3) Voir la p. 380 du journal de voyage préc. de M. Devilliers.

datations du Nil se répandent dans la vallée de Saba'h-byar et de là dans le lac du Crocodile, offre une dépression qui, sur une longueur de 3 kilomètres environ, est un peu inférieure au niveau de la Méditerranée, et atteint au *Byr-Ras-el-Ouady* (puits de la tête de la vallée) un maximum de 33 pieds 2 pouces 8 lignes ($10^m,798$) au-dessous du niveau de la haute mer du 24 janvier 1799, à Soueys, et par conséquent au-dessous du niveau de la Méditerranée à Tyneh, de 2 pieds 8 pouces 8 lignes ($0^m,884$) à mer basse, et de 3 pieds 7 pouces 8 lignes ($1^m,236$) à la haute mer (1). Mais je suis très disposé à penser que cette très légère dépression au-dessous de la Méditerranée, prise dans le lit de l'ancien canal, peut bien n'être que le résultat artificiel du creusement même de ce canal, et non celui d'un fait naturel.

A 81 kilomètres environ du Mouqfâr, situé sur la ligne de nivellement dirigée vers le Kaire, à 97,117 mètres de la mer Rouge, le sol commence à se relever au-dessus du niveau des eaux de cette mer, puis y redescend encore une fois à la 753^e station du nivellement. Enfin, à 90 kilomètres environ du Mouqfâr, à 600 mètres environ au N. de la prise d'eau du canal de l'Abou-Meneggi, et à 9 kilomètres de Roudaq, ville qui n'est elle-même séparée du Kaire que par une plaine de 13 à 1,400 mètres, les eaux du Nil descendent au-dessous du niveau de la mer Rouge, car, le 4 décembre 1799, elles y étaient à 6 pieds 11 pouces 3 lignes ($2^m,253$) au-dessous de la marée haute du 24 janvier de la même année, à Soueys. Au Megyas de l'île de Roudaq, à 105 kilomètres environ du Mouqfâr, le Nil, le 14 décembre 1799, avait ses eaux de 4 pieds 7 pouces 9 lignes ($1^m,509$) au-dessous de la haute mer à Soueys.

§ 10. *Lac Mœris, ou Birket-Qeroun.*

Le *Birket-Qeroun* est la cunette ou la partie la plus basse de l'ancien lac Mœris (*lacus Mœridis*). Il offre sensiblement l'étendue d'un immense bas-fond dont la profondeur, que nulle opération mo-

(1) *Mémoire sur la communication de la mer des Indes à la Méditerranée par la mer Rouge et l'isthme de Soueys*, par M. J.-M. Le Père, ingénieur en chef, etc. — *Description de l'Égypte. — État moderne.* — 2^me édition in-8°, Paris 1822, t. XI, p. 37-381. Ce mémoire contient, de la p. 318-351, un *Extrait du journal historique et géographique du nivellement de l'isthme de Soueys par le canal des Deux Mers, de Soueys sur la mer Rouge à Tyneh sur la Méditerranée au Kaire et aux pyramides de Gyseh*, qu'il faut voir particulièrement aux p. 328 et 341.

derne n'a vérifiée, peut très bien être celle indiquée par Hérodote, 50 orgyes (92 mètres) au-dessous des plus hautes eaux de ce lac. Si cette profondeur n'était pas exacte dans l'emplacement des deux pyramides élevées par Mœris, rien ne s'oppose à ce qu'elle puisse l'être pour tout autre point, car son sol paraît être très inférieur à celui du Nil, et par induction à celui de la Méditerranée (1).

M. P.-D. Martin, l'un des ingénieurs de l'expédition d'Égypte, ajoute quelques autres renseignements sur le Birket-Qeroun (2). Dans l'état où il le vit, il lui parut avoir en un certain point une lieue de largeur; sa longueur est bien plus considérable. Il pense qu'on ne serait pas embarrassé de retrouver dans son bassin, tel qu'il est encore, l'immense étendue de 3,600 stades, qu'Hérodote attribuait au tour du lac Mœris dans les hautes eaux, remarquant d'ailleurs que les mesures données par cet historien ne doivent pas être regardées comme données avec une précision mathématique. M. Martin a trouvé de l'eau très fortement salée dans le fond d'un vaste trou rond près d'une des *Pyramides du labyrinthe*, non loin de la ville de Médine, qui est par 29° 28' 48" lat. N. et 28° 41' 9" longit. orient. de Paris, et il signale sur le bord du Birket-Qeroun des salines exploitées et qui donnent un sel très beau et très estimé, au moyen de l'évaporation de l'eau salée qu'on tire de puits creusés à cet effet. Il dit qu'il n'a trouvé l'eau de ce lac que saumâtre, et que les chevaux et même plusieurs des domestiques en burent. Mais il rappelle l'assertion de Pococke, qui la trouve, dit-il, *plus salée que l'eau de la mer*. Il concilie ce que cela semble avoir de contradictoire avec ce qu'il a vu lui-même, en faisant observer que Pococke visita ce lac un mois et demi plus tard dans la saison, et que peut-être l'inondation du Nil, qui avait précédé le voyage de Pococke, avait été plus faible, tandis que celle qui avait précédé le sien avait été très abondante.

§ 11. Lacs de Natron.

Les lacs de Natron (*Nitri fodince* ou *Sebâkhah Natroun*) sont au nombre de six. Ils sont situés entre les parallèles de Myt-Salameh

(1) Voir à la p. 218 du mém. préc. de Gr. Le Père.

(2) *Description hydrographique des provinces de Beny-Soueyf et de Fayoum*, par P.-D. Martin, ingénieur au corps royal des ponts et chaussées. *Description de l'Égypte. — État moderne*. 2^me édition, in-8°. t. XIV, 1825, p. 1-72, et particulièrement aux pages 34, 39, 43, 47 et 63.

et de Terrâneh sur le Nil, à 12 heures de marche (environ 48 kilomètres) à l'O. de Terrâneh, dans la partie centrale et la plus basse d'une vallée adjacente à la Basse-Egypte. Elle prend naissance entre les pyramides de Saqqârah et de Gyzeh et vient se terminer sur les confins de la province de Bahyreh au S. de Mareos, capitale de l'ancienne Maréotite. M. Gratien Le Père pense que le bassin de ces lacs est inférieur au niveau de la Méditerranée (1).

Quant à la nature et à l'abondance des sels de ces lacs de Natron, il est inutile de répéter ici ce que nous en avons dit dans notre mémoire précité (2).

§ 12. *Fleuve sans eau, etc.*

Le sol du fleuve ou mer sans eau (*Bahr-Belâ-mâ*), qui va du S. au N. et part du Birket-Qeroun, doit être, suivant M. Gratien Le Père, *inférieur à la Méditerranée* (3).

Enfin cet ingénieur conclut que l'Isthme de Soneys, toute la Basse-Egypte, ainsi que toutes les plages adjacentes à l'O. jusque vers l'oasis d'Ammon dans les déserts de la Libye, appartiennent *incontestablement* au domaine d'une mer desséchée, que les vallées du Bahr-Belâ-mâ et des lacs de Natron ont pu former anciennement des golfes semblables à ceux de la mer Rouge; qu'enfin les déserts de la Libye et de l'Afrique étant en général regardés comme appartenant au sol d'une mer desséchée, les oasis, espèces d'îles cultivées ou cultivables que l'on trouve dispersées sur l'immensité de cette mer de sables ne sont que des bas-fonds tels qu'il en existe dans le sein des mers, et dont le fond est encore en partie *inférieur au niveau actuel de la Méditerranée* (4).

§ 13. *Oasis de Syouah ou d'Ammon.*

Hornemann, qui a visité l'oasis de Syouah ou d'Ammon, en septembre 1798, signale en quelque sorte à tout moment (5) dans

(1) Voir aux p. 213 et 219 du mém. préc. de Gr. Le Père.

(2) Pages 377 et 378 du t. XIV, 1^{re} série, du *Bulletin de la Société géologique de France*.

(3) Voir la p. 218 du mém. préc. de Gr. Le Père.

(4) Voir p. 219 et 220 du mém. préc. de Gr. Le Père.

(5) *Voyage de F. Hornemann dans l'Afrique septentrionale depuis le Caire jusqu'à Mourzouk, capitale du royaume de Fezzan*, traduction française d'après le texte anglais, augmentée de notes, etc., par L. Langlés, 1 vol. in-8° en 2 parties, Paris, an XI (1803), p. 15, 16 et 22.

le désert, à partir du Kaire et dans cette oasis, l'abondance du sel et des eaux salées à la surface du sol, et trouve que le nom de *Bahr-Beld-mâ* (mer sans eaux) s'accorde bien avec l'aspect de cette contrée vaste et inculte. Mais tout en signalant l'abondance du sel et des eaux salées à la surface du sol dans l'oasis même de Syouah (1), dont le principal canton est, selon lui, une vallée d'environ 50 milles de tour renfermée par des rochers escarpés et stériles, et cet autre fait, non moins digne d'attention, que les eaux qui viennent des rochers ou montagnes voisines ou des sources jaillissant dans la plaine se répandent dans la vallée et ne coulent jamais au-delà de son territoire (2), il n'en tire aucune induction quant à ses rapports de niveau avec la mer.

Mais M. Cailliaud, qui a pu mieux étudier l'oasis de Syouah, nous fournit des faits beaucoup plus décisifs encore pour apprécier les rapports de niveau de cette oasis avec la Méditerranée (3).

D'après ses observations, le chef-lieu de l'oasis de Syouah est par les 29° 12' 29" de lat. N. et vers le 23° degré 48' de longitude à l'E. du méridien de Paris. Des montagnes écartées l'une de l'autre de deux lieues et demie déterminent la longueur du territoire dans le sens de l'E. à l'O. ; sa largeur est de cinq quarts de lieue au plus du N. au S. Dans la partie de l'E., à l'extrémité, est une lagune d'eau salée qui s'étend vers le désert dans le N.-E. Du côté de l'O. un lac d'eau saumâtre d'une lieue d'étendue, situé à une demi-lieue de la ville, réduit de ce côté les terres cultivables à quelques champs. D'autres parties du terrain sont abandonnées, à cause de la présence du sel dont le sol est rempli. La nature du terrain productif est une argile sablonneuse ; mais tout le sol du vallon est pour ainsi dire miné par le sel qui s'y montre de toutes parts. Les environs de l'oasis en sont couverts. Le sel est comme agglutiné avec les sables et avec les terres, qu'il soulève et bouleverse. Il a souvent l'aspect de certaines laves, et il s'écrase avec bruit sous les pieds comme de légères scories. Les lacs sont tous d'eau salée (4).

M. Cailliaud dit enfin que la chaux sulfatée est commune dans

(1) Id. p. 30, 31 et 47.

(2) Id. p. 29 et 30.

(3) *Voyage à Méroé, au fleuve Blanc, au-delà de Fâzoql, dans le midi du royaume de Sennâr, à Syouah et dans cinq autres oasis, fait dans les années 1819, 1820, 1821 et 1822*, par F. Cailliaud, de Nantes, 3 vol. in-8° et Atlas. Imprimerie Royale 1826.

(4) Voyage précité de F. Cailliaud, t. I, p. 82-85.

les montagnes environnantes, ainsi que le muriate de soude (1).

Assurément de pareilles indications suffiraient seules pour faire présumer, j'allais dire affirmer, la dépression de l'oasis du Syouah au-dessous du niveau de la Méditerranée. Mais M. Cailliaud en apporte enfin une preuve plus positive encore, une preuve tirée d'observations barométriques.

Malheureusement M. Cailliaud, quoique paraissant bien observer, était par goût plus antiquaire que naturaliste : aussi, tandis qu'il décrit dans de longues pages le moindre amas de briques qu'il rencontre et auquel il suppose une origine antique, il n'accorde à la démonstration de ce fait assez curieux que les quelques lignes suivantes, que j'emprunte textuellement à la page 86 du tome I de son voyage :

« La moyenne des observations barométriques faites durant
» douze jours au mois de décembre (il a séjourné à Syouah du 10
» au 23 décembre 1819) a donné, pour celles du matin de 7 à 8
» heures, 766 millim. 35 ; pour celles du midi à 1 heure, 766
» millim. 71 ; et pour celles de 4 à 5 heures du soir, 765 millim.
» 56. »

Et en note au bas de cette même page :

« La moyenne de midi à 1 heure supposerait un abaissement
» considérable au-dessous du niveau moyen de la Méditerranée,
» niveau où le baromètre se tient à environ 763 millimètres. La
» hauteur moyenne du thermomètre centigrade, pendant le même
» temps, a été de 21°, 77. »

Tout ce que nous savons de plus que ces lignes à l'égard de ces observations barométriques de M. Cailliaud, c'est qu'elles ont été faites avec un baromètre de Fortin, qui lui avait été accordé par le ministre de l'intérieur (2), et qu'il a campé pendant tout son séjour à l'oasis de Syouah *dans une cour sous les murs de la ville*, près du lieu où l'on a coutume d'exposer les dattes en vente (3). C'est donc là le point où ont été faites ces observations, c'est-à-dire qu'elles l'ont été dans un point que l'on a tout lieu de supposer n'être pas le plus déprimé de ce bassin, et être assez sensiblement au-dessus du niveau des eaux des lagunes et lacs d'eau salée de cette oasis.

Malgré la brièveté de ces indications, les résultats remarquables obtenus par M. le commandant Delcros, pour évaluer la mesure

(1) Id., p. 76 et 106.

(2) Voyage précité de F. Cailliaud, t. I, p. 2 et 314.

(3) Id., t. I, p. 61.

de la dépression du niveau de la Mer Morte, au moyen de la comparaison d'observations barométriques rapportées à des moyennes, à défaut d'observations simultanées (1), nous ont engagé à appliquer des calculs analogues aux observations faites à Syouah.

M. Delcros, pour calculer la dépression du niveau de la Mer Morte, a admis pour hauteur moyenne de la colonne barométrique, sur les bords de la Méditerranée, 762 millimètres environ, ramenée à la température zéro. M. Cailliaud, dans sa note, ainsi que nous venons de le voir, admet, lui, environ 763 millimètres pour la hauteur du baromètre au niveau de la Méditerranée, mais il ne dit pas ramené à zéro température. Comme il donne, immédiatement après, la température $21^{\circ},77$ centigrades pour température moyenne, il y a tout lieu de supposer que c'est la hauteur moyenne du baromètre, sur les bords de la Méditerranée, à cette température de $21^{\circ},77$ qu'il a entendu indiquer, ce qui le met alors parfaitement d'accord avec M. Delcros (2).

M. Cailliaud donne, ainsi que nous venons de le voir, trois moyennes d'observations barométriques : la première pour celles faites de sept à huit heures du matin, la seconde pour celles faites de midi à une heure, la troisième pour celles faites de quatre à cinq heures du soir ; mais il ne donne pas d'observations barométriques pour le milieu de la nuit. Il en résulte que la moyenne trop haute du milieu du jour ne serait pas compensée par la moyenne trop basse du milieu de la nuit. Si on estime en général les hauteurs *trop faibles* le matin ou le soir, on les estime *trop fortes*

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIV, 1^{re} série, p. 336-340.

(2) En effet le coefficient de dilatation du mercure étant pour un degré centigrade d'après Biot $\frac{1}{5412}$, d'après l'*Annuaire du Bureau des Longi-*

tudes $\frac{1}{5505}$, en multipliant le nombre 762 millimètres, pris par M. Delcros, pour hauteur moyenne à la température zéro, par ces coefficients multipliés eux-mêmes par 22, on aura la hauteur moyenne à 22 degrés centigrades. Ainsi $0^m,762 \left(22 + \frac{1}{5412} \right) = 0^m,7630976$ et $0^m,762 \left(22 + \frac{1}{5505} \right) = 0^m,763045$. Le nombre 763 millimètres indiqué par M. Cailliaud est donc bien la hauteur de la colonne barométrique moyenne sur les bords de la Méditerranée, calculée d'une manière extrêmement approchée à la température $21^{\circ},77$ centigrades.

entre midi et une heure. Nous avons donc pensé qu'une moyenne générale, seulement des observations faites de sept à huit heures du matin et de quatre à cinq heures du soir, nous donnerait, pour calculer la dépression de l'oasis de Syouah, un élément peut-être moins fautif, car la moyenne des températures à ces deux parties de la journée semble devoir approcher plus de la température moyenne 21° 77 que de la température extrême de midi à une heure. Cependant, comme il est probable aussi que la moyenne température de Syouah, donnée par M. Cailliaud, n'est déduite elle-même que d'observations thermométriques faites aux mêmes heures que celles barométriques, sans addition d'aucune observation nocturne, nous donnons également le calcul de la moyenne générale de ses observations barométriques qui se trouverait par suite plus exactement en rapport avec cette moyenne température. Voici, d'après ces données, la dépression de l'oasis de Syouah au-dessous du niveau de la Méditerranée, déduite de la comparaison des hauteurs moyennes de la colonne barométrique à Syouah et sur les bords et au niveau de cette mer, au moyen des tables barométriques d'Oltmanns (1), imprimées chaque année dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

(1) Le même calcul effectué au moyen des tables barométriques de Biot, imprimées à Paris en 1811, m'a donné des résultats plus faibles en moyenne de 1^m,45. Ainsi j'ai trouvé pour la dépression de l'oasis de Syouah déduite des observations barométriques ci-dessus indiquées d'après les tables barométriques de

	Oltmanns.	Biot.
1°	37 ^m ,86	36 ^m ,4
2°	41 ,88	40 ,2
3°	28 ,94	27 ,76
4°	36 ,23	34 ,80
5°	33 ,51	32 ,05

Cette différence dans les résultats, suivant les tables employées, paraît provenir *principalement* de l'emploi, dans la construction des tables de M. Biot, d'un co-efficient de dilatation du mercure trop fort, $\frac{1}{5412}$, tandis que, sans doute, celles d'Oltmanns ont été construites en faisant usage du co-efficient plus faible $\frac{1}{5505}$ adopté dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. En outre, le premier nombre des tables de Biot étant 765 millimètres, on est obligé d'avoir recours à un certain artifice indiqué par l'auteur de ces tables pour y faire rentrer les nombres supé-

Moyennes des observations faites à Syouah :	Hauteur du baromètre ramené à la température de 21°.77 centigrades.	Dépression de Syouah au-dessous du niveau de la Méditerranée
1° de 7 à 8 heures du matin,	766 ^{mill.} ,35	37 ^m ,86
2° de midi à 1 heure, <i>maxima</i>	766,71	41 ^m ,88
3° de 4 à 5 heures du soir, <i>minima</i>	765,56	28 ^m ,94
4° générale des 3 précédentes,	766,206	36 ^m ,23
5° générale de 7 à 8 heures du matin et de 4 à 5 heures du soir,	765,955	33 ^m ,51

Nous n'avons tenu aucun compte, dans ces calculs, de la correction de la latitude, parce que cette correction serait ici tout-à-fait insignifiante, et ne pourrait en aucun cas dépasser ou même atteindre 4 ou 6 centimètres. Mais, en tout cas, il est bon de remarquer que cette correction, quelle qu'elle soit, serait additive, et que par conséquent elle tendrait à accroître et non à diminuer la différence de niveau (1).

La dépression de l'oasis de Syouah, ou d'une partie de cette oasis au-dessous du niveau de la Méditerranée, est donc un fait parfaitement constaté. La mesure de cette dépression en certains points ne paraît pas être inférieure à 32 mètres au moins, et excède probablement cette quantité. C'est, après la dépression du niveau de la Mer Morte, la plus profonde connue aujourd'hui, puisqu'il paraît maintenant certain, d'après le nivellement de M. Hommaire de Hell, que celle du niveau de la mer Caspienne ne dépasse pas beaucoup la moitié de cette altitude.

Malte-Brun ne restreint pas l'étendue de l'oasis de Syouah à celle qui lui est attribuée par M. Cailliaud, ni même à

rieurs, et c'est le cas pour toutes les moyennes déduites des observations barométriques de M. Cailliaud. Sans doute, cet artifice ne peut conduire à une parfaite exactitude et contribue à altérer les résultats : aussi je pense qu'il faut considérer comme plus approchés de la vérité les chiffres déduits des tables d'Oltmanns.

(1) Syouah, d'après M. Cailliaud, est situé par 29° 12' 29" de lat. nord, et n'est pas à 2 degrés de latitude des bords de la Méditerranée. M. Biot donne une table pour la correction de la latitude de 5 en 5 degrés. Cette correction pour 30°, qui serait applicable, tant aux observations faites à Syouah qu'à celles faites sur les bords de la Méditerranée, est de $+\frac{1}{705}$ de la différence de la longueur de la colonne barométrique aux deux points comparés. Elle ne pourrait donc, en aucun cas, dépasser ici 4 ou 6 centimètres et serait loin d'atteindre à cette minime quantité.

celle plus considérable que lui donne assez vaguement Hornemann. « A 70 lieues N.-O. d'El-Ouâh-el-Bahryeh, dit- » il (1), s'étend, sur une longueur de 55 lieues et sur une largeur de 1100 à 1700 toises, l'une des plus importantes oasis de » l'Égypte, celle de Syouah ou d'Ammon. La vallée dont elle est » formée se dirige du S.-E. au N.-O. » Et plus loin : « La vallée » peu profonde dans laquelle elle se trouve (l'oasis) est formée » par de vastes plateaux sablonneux qui la bordent au N., au » N.-E. et au S. Dans sa longueur totale, depuis Aray-Abou-el- » Bahreyn jusqu'à Tarffayah, on compte neuf ou dix lacs salés. » L'espace compris entre le lac situé à 1 lieue des ruines du temple » de Jupiter Ammon et le lac Arachyeh est le seul aujourd'hui » qui mérite dans cette vallée le nom d'oasis. Il a environ 25 lieues » de longueur. »

L'état de divers points de cette partie de l'Égypte et de la Libye ne peut qu'être favorable à l'opinion de Malte-Brun, ainsi que nous allons le voir.

§ 14. *Autres points au N.-E. de l'Afrique dont la dépression au-dessous du niveau de la mer est extrêmement probable.*

En effet la dépression de niveau du sol de l'Afrique septentrionale au-dessous de la Méditerranée, signalée à l'oasis de Syouah, n'est certainement pas restreinte à cette oasis circonscrite dans les limites que lui donne M. Cailliaud. Indépendamment des lacs et bassins de la Basse-Égypte, dont nous avons parlé au commencement de cette notice, la présence du sel marin à la surface du sol et celle de lacs d'eau très salée signalée sur un grand nombre de points de ces déserts, et dans des étendues fort considérables, ne peuvent guère laisser aucun doute à cet égard. M. Cailliaud, à partir du Fayoum jusqu'à Syouah, indique, pour ainsi dire à chaque pas, la présence de la soude muriatée ou sel marin; savoir : *le sel* à la superficie des collines du désert de Goubatar-Aouara, à celui de El-Attyeh-Essemn (2); *le sel* dans la vallée d'El-Ayn-Ouara (la fontaine d'en bas), où est en même temps un petit lac ou marais d'eau salée qui n'a qu'environ 1/3 de lieue de long en été et atteint jusqu'à une lieue en hiver (3);

(1) *Précis de la Géographie universelle*, par Malte-Brun. nouv. édition revue et corrigée par M. J.-J.-N. Huot, Paris 1834, t. X, p. 150 et 151.

(2) Voyage précité de M. Cailliaud, t. I, p. 37 et 38.

(3) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 41.

une vaste plaine toute couverte et sillonnée par *le sel*, comme un champ nouvellement labouré, à l'ouest de la partie du désert appelée Sabakhah (1); de l'eau *extrêmement salée*, une demi-heure avant El-Garah (que Brown et Hornemann citent, sous les noms de Karet-am-el Sogheir et Oumn-Essogheir (2); la *soude muriatée* aux environs du village d'El-Garah (3), au lieu nommé Ayhi (4), sur d'immenses terrains en approchant de l'oasis de Syouah (5). Il parle enfin, sans l'avoir vu, du *lac salé* de l'île Archyeh, situé à 25 lieues environ au N.-O. de Syouah, lac qui a 5 à 6 lieues de circonférence et qui contiendrait aussi, dit-on, des blocs de *natron* (6). Nous omettons tous les points où il ne parle que d'eau saumâtre, et nous ferons observer encore que souvent, lorsqu'il indique la présence du sel en un point particulier, il ajoute d'une manière générale que la même chose a lieu sur toutes ou presque toutes les collines ou montagnes de sa route.

Ensuite, dans son voyage de Syouah à la petite oasis, M. Cailliaud signale, par 24° 18' de long. orient. de Paris, la vallée de El-Arây Abou-el-Bahreyn, qui s'étend du N. au S. dans une longueur d'une lieue sur un quart de lieue de large, et dont le sol est couvert de *soude muriatée*. Puis par 26° 44' de lat. et environ 24° 43' de long. orient. de Paris, au milieu des sables, le *lac salé* d'El-Bahreyn, long de près de 2 lieues de l'E. à l'O. sur une demi-lieue de largeur, ayant sur ses bords beaucoup de cristaux rhomboïdes de chaux sulfatée, et ses bords aux extrémités O. et S. couverts de *natron*, et au S. une petite oasis. On lui a assuré que ce lac était profond et qu'il s'étendait jadis jusqu'à la partie du désert nommée El-Attyeh Tamatta, dont le sol est maintenant une terre sablonneuse *imprégnée de sel* avec un peu d'eau salée (7).

Enfin, M. Cailliaud dit de l'oasis connue sous le nom de *la petite oasis*, et dont un hameau, Zabou, est situé par 28° 21' 47" de lat. N. et par 26° 24' de long. à l'E. de Paris, que son sol est une argile sablonneuse, et que *le sel marin y est répandu avec*

(1) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 50.

(2) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 51.

(3) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 52.

(4) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 56.

(5) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 60.

(6) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 57 et 249.

(7) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 134, 136, 138 et 140.

profusion (1). Il ne donne aucune observation barométrique relative à cette oasis. Mais un fait fort curieux, qu'il rapporte, sans en tirer d'ailleurs de conséquence, c'est la découverte qu'il a faite dans les grandes sources de l'oasis de Syouah et dans la source nommée El-Ayn Taouyleh (*la fontaine longue*), la principale de la petite oasis, de l'ampullaire connue du lac Maréotis (2); ce qui semble indiquer qu'il y a eu, à une certaine époque de l'âge actuel, communication entre les eaux de ces trois points.

§ 15. *Conclusions.*

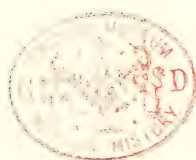
Les lacs d'eau très salée sont tous, à de bien rares exceptions près, au-dessous du niveau des mers, et le sel qui couvre la surface du sol en un grand nombre de points ne peut guère être considéré que comme le dernier résultat, le résidu de la concentration des eaux marines. J'avais pensé, en conséquence, qu'une carte de l'Afrique où l'on noterait tous les lacs d'eau salée sans issue et tous les points où le sol est couvert de sel, depuis les contrées de la Basse-Egypte et de la Syrie dont nous venons de nous occuper et la grande plaine de sel de l'Abyssinie (3), jusqu'aux cuves et chaudières à sel du cap de Bonne-Espérance (4), serait une véritable carte des dépressions de ce continent au-dessous du niveau des mers. Pour arriver à la construire, il faudrait lire à peu près minutieusement et ligne à ligne avec annotation tous les voyages faits en Afrique. J'avais commencé cette tâche pénible et ingrate, mais je n'ai pas eu le courage de l'achever. Dès le début cependant, la découverte, que j'ai faite en quelque sorte, de la page contenant les observations barométriques de M. Cailliaud à Syouah, dans son voyage, où elles semblent être restées inaperçues et comme ensevelies sous les observations d'autre nature de ce savant antiquaire, est venue donner une confirmation à mes présomptions théoriques à cet égard, comme à celles de M. Gr. Le Père.

(1) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 162 et 173.

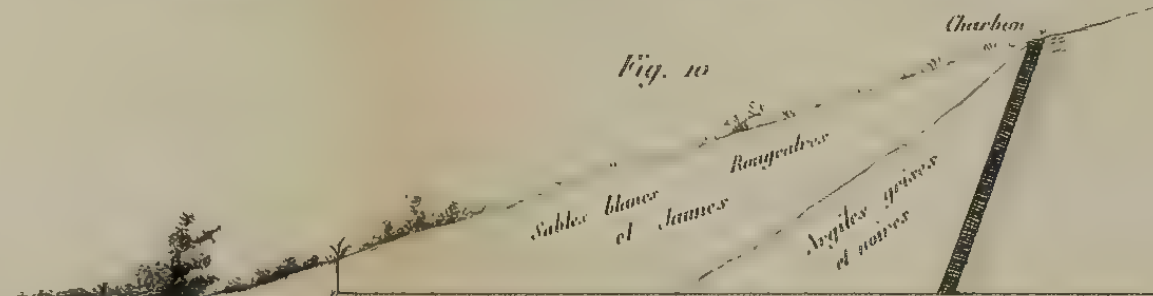
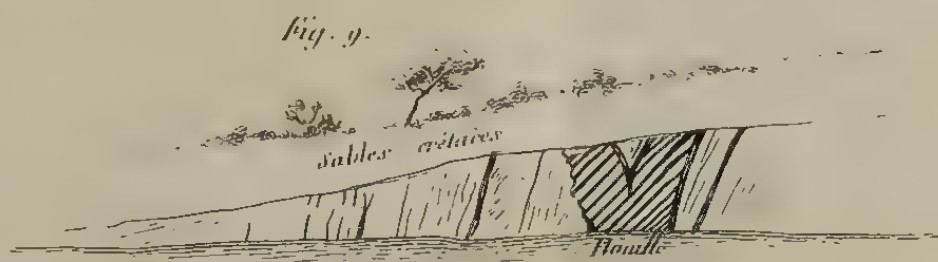
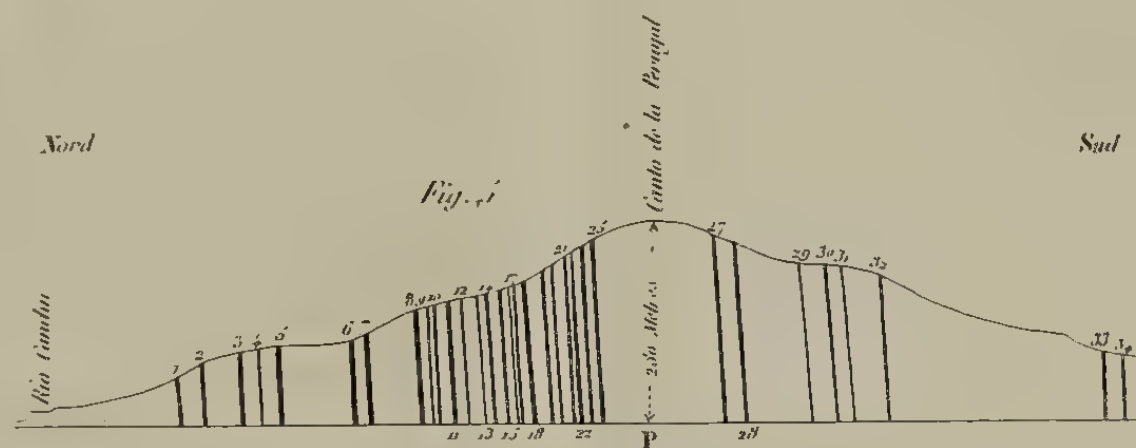
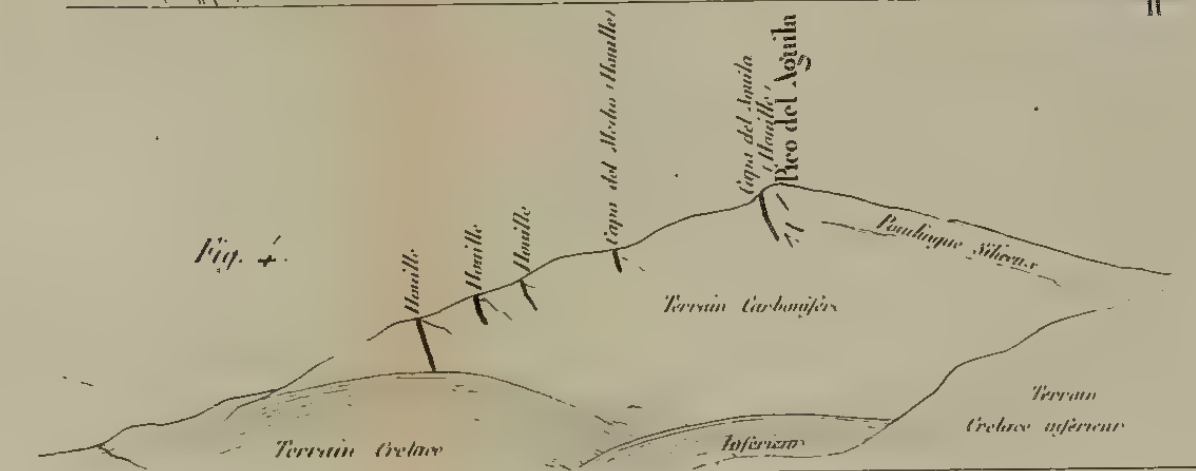
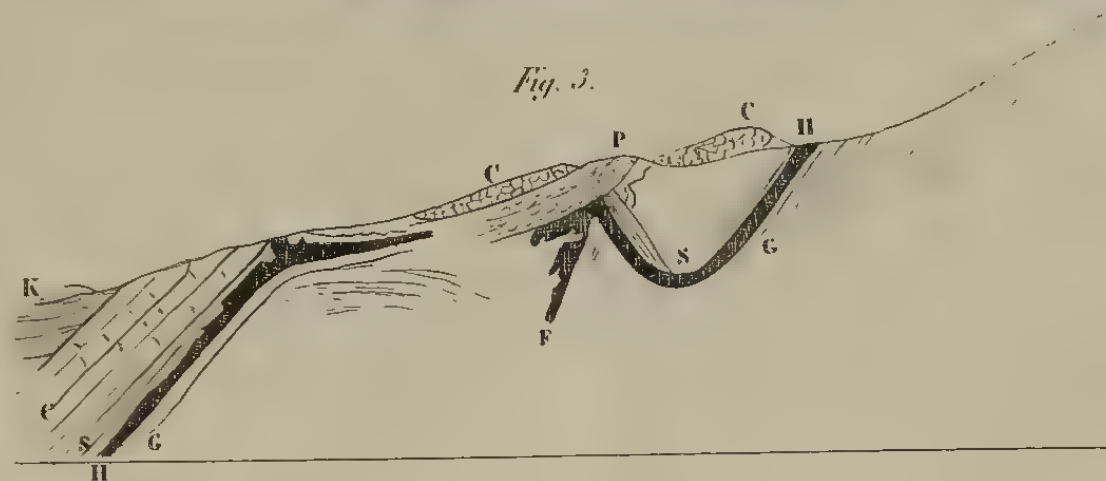
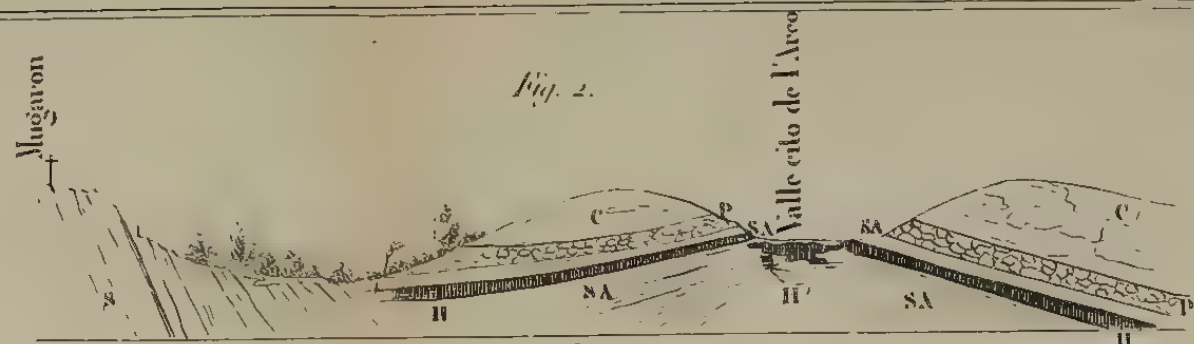
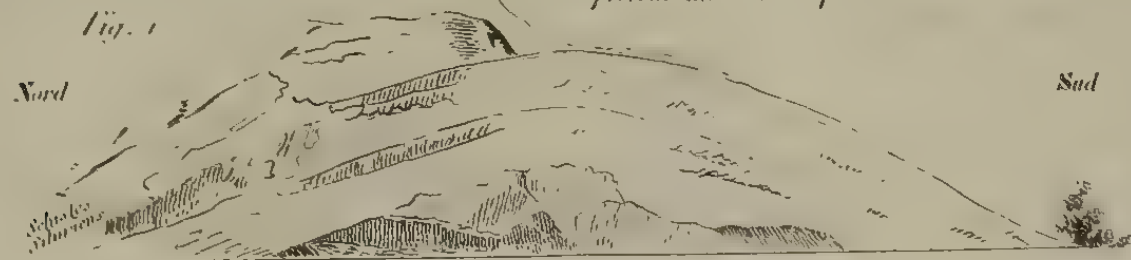
(2) Voyage précité de M. Cailliaud, p. 71, 72 et 163.

(3) Voir p. 256-258, du t. I, de la traduction française d'après l'anglais, du *Voyage en Abyssinie*, de H. Salt, Paris 1816, 2 vol. in-8°.

(4) Voir t. I, p. 282 et t. II, p. 5, 6, 88-90, 167, 168 et 208-210, de la traduction française d'après le suédois, annotée par Langlès, etc., de C.-P. Thunberg, *Voyage au Japon par le cap de Bonne-Espérance, les îles de la Sonde, etc.*, Paris, 1796, 4 vol. in-8°.



Recherche sur quelques uns des Rochers qui constituent la province des Asturies par M. Adrien Paillotte.



Je ne doute donc pas que l'Afrique, avec ses vastes déserts de sables et de sel, n'ait, comme l'Asie, une partie assez notable de sa surface au-dessous du niveau des mers voisines, ou du moins de leurs plus hautes eaux.

M. d'Omalius présente un Ichthyodorulite provenant des environs de Namur, probablement du calcaire houiller, mais peut-être du calcaire dévonien. Ces deux dépôts se trouvant très rapprochés dans cette contrée, M. Vogt croit pouvoir rapporter ce fossile au genre *Ctenacanthus*, où il forme sans doute une espèce nouvelle.

Le Secrétaire donne lecture du mémoire suivant :

Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies (Espagne), par M. Adrien Paillette; suivies d'une Notice sur les fossiles qu'elles renferment, par MM. de Verneuil et d'Archiac.

INTRODUCTION.

L'étude géologique complète de la province des Asturies serait un travail de trop longue haleine pour que je songe, malgré mes observations de trois années, à vouloir décrire la constitution du sol de ce pays accidenté.

On manque d'ailleurs de carte géographique exacte, et les tracés qu'on pourrait asseoir sur la moins mauvaise de toutes, celle de Lopez, conduiraient évidemment à des conclusions erronées.

L'immortel Jovellanos essaya bien, il est vrai, une description topographique de son pays; mais ses travaux, incomplets ou inédits, ne sont plus là que comme les témoins de son zèle infatigable et de son immense capacité.

Plus tard on entreprit encore de figurer en dessin la partie la plus importante des terrains carbonifères : si l'on n'a pas obtenu de bons résultats, on doit plutôt s'en prendre à l'état impuissant de la lithographie de l'époque qu'à la volonté des ingénieurs.

Quoi qu'il en soit des efforts passés, on peut dire que nous devons à l'inspecteur général des mines D. Guillermo Schulz une excellente esquisse oryctognostique de la province.

Elle a été publiée dans le *Bulletin* de la Société géologique, t. VIII, p. 325, année 1837. Nous n'y reviendrons pas. Ce travail

s'est encore accru de nouvelles publications sur le même sujet, qu'on peut trouver dans les *Annales des mines* ou dans le *Bulletin officiel* d'Espagne. Il sera au surplus complété par les nombreuses recherches auxquelles se livre annuellement l'auteur de l'excellente carte géologique de la Galice.

Les détails qui suivent n'ont donc pour but que d'exprimer certains faits que nous avons coordonnés, afin d'encadrer les belles recherches de MM. de Verneuil et d'Archiac sur les fossiles des Asturies, et d'amener à comprendre les résultats des essais auxquels je me suis livré. Je veux parler de l'examen chimique des charbons asturiens.

La grande chaîne des Pyrénées, dont l'orientation générale est parfaitement définie au moyen d'une ligne qui joindrait le cap de Creus à la pointe du Figuiér, éprouve vers les provinces de Biscaye une légère déviation qui la rapproche plus sensiblement de la ligne E.-O. Ce n'est qu'en avançant vers la Galice que le relief du sol présente de grands changements presque perpendiculaires; car, dans l'énoncé précédent, je n'ai pas tenu compte de tous ceux partiels qui ont influencé ou modifié la direction générale pour en former une ligne brisée (1).

Situées entre les montagnes de Santander et l'extrémité du soulèvement des Pyrénées, les Asturies offrent une complication peu commune, moins pourtant sous le rapport de la variété des roches que sous celui des accidents auxquels ont été soumises les diverses formations.

Ainsi, vue d'une grande hauteur, la province asturienne se montrerait bornée au S. par les plateaux élevés des Castilles (terrain tertiaire émergé récemment), au N. par l'océan Cantabrique, à l'E. par la portion de la Cordillère biscayenne se rapportant au mouvement des ophites, enfin à l'O. par les terrains cristallins de la Galice.

Terrain métamorphique. — Au voisinage de cette province, une zone de schistes modifiés, lactés ou maclifères (consejode Boal), identiquement pareils à ceux de Bretagne ou d'Estramadure, et comme eux entremêlés de quelques grauweekes, pourrait faire croire à l'existence du terrain métamorphique que les géologues anglais nommaient cambrien, si je n'avais reconnu qu'en Bretagne et en Asturies les schistes modifiés contenaient, quoique rarement, des fossiles de l'époque silurienne.

(1) Mémoire de M. l'ingénieur Durocher, publié dans les *Annales des mines*, livraison 1844.

Ce sont des roches de cet âge qui servent, pour ainsi dire, d'assiette ou de carcasse aux formations plus modernes, si remuées qu'elles soient; et elles dessinent une série de rides ballonnées, contre lesquelles reposent les formations postérieures.

Terrain silurien. — Sur tous les points de la province, à l'E. comme à l'O., au N. comme au S., le centre de ces rides est composé d'une sorte de quartzite stratifié, passant au véritable grès blanc très quartzeux. Cette roche ne contient pas de fossiles définis, mais on y remarque quelquefois des parties tubulaires pareilles à celles de Mortain et du centre de la Bretagne. (Montagne de la Peral. — Quelques grès ou grès quartziteux entre Avilès et Gijon.) Les unes ont de l'analogie avec des *Colonaria*; les autres se dessinent, au contraire, en zigzags irréguliers, pareils aux dépôts que forment, à marée basse, les vers qui vivent dans les plages sableuses de la côte cantabrique (huelgas d'Avilès et de Villa-Viciosa.-Arenal de Gijon, etc., etc.).

Toutes les directions observées dans ces grès quartzeux (peut-être Caradoc sandstone) se sont constamment tenus dans les limites N. 60° et N. 70° E. magnétique, soit qu'on les ait prises dans la partie occidentale (montagnes de Luarca, etc., etc.), soit dans celles du centre (la Peral et la chaîne qui en est la suite), soit enfin du côté de l'E. (Llanès nueva, etc., etc.).

Aussi les schistes argileux fossiles qui reposent le plus souvent sur ces grès quartzeux ont-ils généralement des directions et des pendages analogues. Ceux-ci varient très fréquemment, par suite même de la forme et de la disposition souvent ballonnée du groupe précédent.

La coupe *fig. 1*, pl. XII, montre les schistes siluriens reposant sur une butte de quartzite ballonnée à Monte-Aguilero, vieille route d'Oviédo, entre Avilès et Ferrones.

Je n'entre pas dans de plus grands détails sur l'ensemble dont je viens de parler, parce qu'il est tellement semblable à nos formations, si classiques aujourd'hui, de la Normandie et de la Bretagne (1), qu'en citant les caractères minéralogiques de ces roches dans les Asturies, ce serait rappeler ce qui a été si souvent décrit au sujet des provinces de l'ouest de la France. Il n'y a pas jusqu'à la végétation spontanée qui ne soit exactement la même.

Terrain silurien supérieur. — *Terrain dévonien.* — Si rien jusqu'à présent ne s'est montré embarrassant, et s'il est assez facile de

(1) Comme en Bretagne et en Normandie, on voit des accidents morphologiques (ruisseau des Orderias près Fayedo, etc., etc.).

conclure que je viens d'esquisser une partie des traits généraux de la période silurienne dans les Asturies, il n'est pas à beaucoup près aussi aisé de démêler les superpositions postérieures. Nous avons cherché néanmoins à marquer leur véritable place. Les études qui vont suivre montreront qu'il serait toutefois imprudent de garantir qu'il ne reste pas à modifier les idées que nous pouvons émettre.

Dans un pays aussi couvert de landes que l'est la province des Asturies, les exploitations souterraines aident souvent à classer ce que l'examen du sol n'indiquerait que très imparfaitement.

La mine de Santa Maria del Mar ou d'Arnao fournira un bon exemple.

Si des rives du Nalon, c'est-à-dire de la grande faille qui a si violemment disloqué, de ce côté, la première chaîne de grès quartziteux parallèle à la mer, on se rend à la mine, on rencontre du côté de Santiago del Monte, avec direction N. 60° à N. 70° E., des grès siluriens et des schistes de même âge, recouverts par des calcaires à encrines et à spirifers. Plus loin, les directions sont oblitérées, et on ne les retrouve plus aussi régulières que dans la grande vallée suivie par le chemin d'Avilès.

Du côté de Santa Maria del Mar, à la chapelle de ce nom, existe une protubérance de grès quartzeux dont on ne saurait prendre la véritable direction. Au-dessus s'appliquent immédiatement des schistes, une couche de houille longtemps exploitée, marchant ensemble sur S.-E. N.-O., avec pente faible au N.-E.

On ne saurait non plus fixer d'une manière absolue la disposition des couches du coteau qui regarde la mer. Cependant on voit, après le grès quartzeux de Santa Maria, des schistes et une série de calcaires souvent fendillés, sur lesquels se dessinent en relief des encrines et des spirifers. Entre le puits abandonné de la Esperanza qui a rencontré tout le groupe, sans toucher le charbon exploitable, et l'océan Cantabrique, paraissent au jour plusieurs zones de calcaires qui ont une direction N. 60° E. p. 50° N.-O.

Ce sont exactement les mêmes couches qui recouvrent le gîte schisteux avec combustible formant la mine d'Arnaez; ce sont elles qui contiennent, non loin du Puits del Arco, des *Terebratula prisca*, ainsi que quelques autres fossiles connus dans le terrain dévonien.

Les directions des schistes et autres roches charbonneuses sont à l'extrémité de la jetée N. 70° E., tandis qu'elles se montrent sous la forge de la mine N. 30° E. plus ou moins. Dans les deux cas, elles plongent vers le nord. Elles se relient ainsi à la couche dite

del Arco, qui marche depuis S. 1° E. jusqu'à S. 30° E. ou direction 165°-175° avec pente de 20° à E.-N.-E.

Il y aurait donc dans ces parages un pli ou cassure du genre de celui que j'ai dessiné (*fig. 2*), ce qu'on ne saurait expliquer autrement que par la présence d'une avancée de quartzite venant d'Arancès. Cette coupe (*fig. 2*) montre les dislocations de l'Arnao; elle est prise à l'affleurement de la couche del Arco. Elle montre le calcaire silurien S fortement incliné et bien reconnaissable le long de la côte, les schistes argileux du toit et du mur SA, la couche de houille H de 12 à 24 pieds, divisée en trois bancs par des nerfs de houille brouillée H', le poudingue à galets siliceux de quartzite P, le calcaire à *Terebratula prisca* C, puis d'autres espèces à la fois dévoniennes et siluriennes.

Ainsi qu'on peut le voir sur le tableau d'analyses, le charbon d'Arnao rentre dans la classe des houilles sèches flambeantes peu carbonées. Maintenant reste à décider si elles appartiennent au terrain silurien sur lequel elles reposent, et où l'on trouve pourtant des espèces pénétrant dans la formation dévonienne, ou bien véritablement à cette dernière époque qui les recouvre immédiatement en *stratification concordante*. Le peu d'empreintes que renferment les schistes charbonneux laissera longtemps peut-être cette question indécise.

Mines de Ferrones. — Une autre localité des environs d'Avilès sera sans doute un jour le champ de bataille des géologues et des paléontologistes, lorsqu'ils voudront établir d'une manière fixe et positive l'âge de ces charbons : elle fournit, il est vrai, des moyens plus certains de détermination. Je veux parler du petit village de Ferrones, près duquel existent les gîtes des fossiles si abondants de Pelapaya, San Pedro, Detras de la Pena, etc., etc.

Là, malgré un bouleversement assez notable des couches, on ne voit pas moins reposer au toit de la houille, d'une façon assez uniforme et en suivant toutes les inflexions dont parle D. Guillermo Schulz, dans le n° 11 du *Bulletin officiel des mines* (1), de grandes nappes calcaires entremêlées de petits lits de calcaire argileux rempli de corps organisés. Des *Pentremites*, des *Térébratules*, des *Spirifers* un peu brisés sont, avec des polypiers souvent énormes, ce qui se présente le plus abondamment dans la masse. (Voir plus loin la liste des fossiles de Ferrones, qui, selon MM. de Verneuil et d'Archiac, s'élèvent à près de trente espèces.)

(1) Grand puits; puits del Aire; entre ce point et la maison du curé, entre Monte Agudo et la chapelle de San Pedro, etc., etc.

La plus grande partie de ces fossiles se répète dans tous les calcaires un peu argileux du fond de la vallée (derrière la maison) de Monte Agudo et le long des pentes ou ravins au-dessus du presbytère. Ils nous forcent à considérer ces terrains comme contemporains des formations analogues et déjà connues de Boulogne-sur-Mer, de Uchon en Normandie, d'Izé et de Ganard près de Rennes en Bretagne, et enfin peut-être à ceux de l'Eifel.

Pour cela même, les couches de Ferrones seraient dans l'horizon géologique de celles d'Arnao et de Santa Maria del Mar, et elles ne sauraient appartenir à la véritable formation carbonifère.

Comme les galeries de recoupement pour la mise en exploitation de la houille ont procuré, en outre, beaucoup d'empreintes de végétation aujourd'hui déposées à l'Ecole des Mines, leur examen fixera les incertitudes qui peuvent régner encore sur la présence au toit du charbon de coquilles à la fois dévoniennes et siluriennes. Cet ensemble nous dira s'il y a un véritable dépôt houiller entre le grès rouge ancien, qui sert de mur aux roches charbonneuses, et les calcaires dévoniens qui les recouvrent continuellement... Peut-être, en raison de la grande faille qui règne dans ces contrées sur une assez grande longueur, n'y verra-t-on qu'un renversement complet du système silurien...

Les travaux futurs le démontreront.

La *figure 3* montre la coupe F de la montagne de Ferrones, allant du puits de la ventilation à celui del Aire, c'est-à-dire à peu près du N. au S.; on y distingue :

G. Grès du mur avec empreintes végétales ;

H. Couche de houille exploitée ;

S. Schistes du toit remplis d'empreintes végétales ;

F. Faille charbonneuse du puits San Juan de Pelapaya et du puits Perico ;

P. Poudingue dont la position est mal définie ;

C. Calcaire avec fossiles dévoniens et siluriens ;

K. Marnes rouges, peut-être terrain keuprique.

Ces parages renferment une roche accidentelle fort bizarre, dont le rôle n'est pas encore parfaitement marqué. C'est un poudingue en bancs épais, irrégulier dans son allure, composé de deux calcaires anciens, unis par une autre pâte calcaire, et renfermant des débris de charbon. On y a rencontré des calamites carbonisés (1).

(1) Ce poudingue ou brèche se présente aussi à Sama de Langree

Il est également utile de remarquer que la houille de Ferrones (voir le tableau) est de l'espèce de celles dites à longue flamme et peu carbonées, de telle manière qu'entre les qualités inférieures de la mine dite del Valey à Arnao, celles supérieures du puits del Arco et les charbons des mines de Ferrones, le chimiste rencontre une échelle de pureté ascendante en relation avec la position géologique.

Au-dessus du terrain à combustible de Ferrones viennent en couche horizontales ou peu inclinées, des marnes rouges, des grès, des poudingues d'une formation plus récente.

Mine de Santo Firme. — Terrains carbonifères. — Le versant opposé de la montagne de Ferrones (Pico Grande), véritable jalon fixé par la nature comme point de repère géologique, présente une série de grès alternant avec de rares bancs calcaires. Ils conduisent à la mine de Santo Firme, dont les nombreuses couches houillères ont depuis longtemps fixé l'attention des industriels.

Leur direction générale forme un arc double, dont l'orientation varie de N. 20° à 30° E.; mais il ne faut pourtant pas la confondre avec la courbe qui résulte de la trace du plan d'inclinaison, coupant le cône de la montagne.

Ces plans de plongement très rapides et souvent voisins de la verticale regardent l'E.-S.-E.

Le charbon qu'on extrait des nombreuses couches décrites par M. Schulz dans le n° 10 du *Bulletin officiel des mines*, est de la qualité demi-collante, et jouit de propriétés chimiques qui permettraient de le ranger parmi les variétés de certains charbons du véritable terrain houiller, si les couches traversées, en 1843, par la grande galerie n'avaient mis à découvert des productus identiques à ceux de Visé en Belgique.

Des recouvrements plus modernes empêchent de suivre la prolongation des couches de Santo Firme, soit du côté de la fontaine de Juan Cuervo ou de Villabona, soit dans la direction du pic del Aguila ou de Posada; la *fig. 4* donne la coupe de la montagne de Santo Firme du côté de Posada et perpendiculairement à la direction des couches. Malgré cela, et malgré le développement du bassin crétacé de Rondiella et d'Ablès, il est impossible de douter un instant que les affleurements charbonneux de la rive gauche du Rio-Nova (paroisse de Villapere) n'appartiennent

et sur d'autres points des Asturies. Les noyaux les plus abondants sont d'un calcaire gris enfumé, et les autres de marbre blanc saccharoïde.

au même groupe et ne forment partie des terrains carbonifères.

Mines du Rio Nova. — Là, dans une sorte de grand U à branches inégales, formé par les plissures du revers nord de la montagne de Naranco et reposant sur un calcaire un peu esquilleux, paraît une série de grès et de schistes renfermant de la houille.

On y voit intercalés d'une manière parfaitement concordante des calcaires très fossilifères. La couche qui est en face du moulin de las Peruyeras et celle qui se dessine près du moulin du Regidorio ne laisseraient pas la question un seul instant douteuse, si déjà les nombreuses et belles empreintes de *Lepidodendron*, etc., du grès del Picon et de la Josefina n'eussent indiqué de la manière la plus claire que cet ensemble appartient à la formation carbonifère.

Au centre du Naranco, sous la série précédente, se montre à l'horizon, comme une carène, l'étage du vieux grès rouge. En certains endroits, c'est un vrai minerai de fer siliceux. Dans d'autres, au contraire, il n'est représenté que par un grès rubané ferro-manganésien.

On peut dire qu'il repose visiblement de temps à autre sur des quarzites ou grès quartzeux siluriens repliés et comme refoulés, de telle façon que sur le versant méridional paraît quelque chose de semblable à ce qui vient d'être décrit.

Il est bon pourtant de prévenir que le développement du terrain carbonifère de ce côté n'est pas considérable, et qu'il donna lieu, il y a trois ou quatre ans, à une petite recherche sans résultats. Elle était ouverte en face de la Corridoria, non loin du point où il est recouvert par la formation crétacée du centre des Asturies.

Mines de Mierès del Camino. — Au S. d'Oviédo et au-delà du Nalon, après les schistes et grès siluriens qu'on voit entre le pont et le village d'Ollonego, se développe, en atteignant le sommet des montagnes, une immense formation carbonifère qui, abstraction faite des mouvements produits par quelques grosses îles de calcaire d'une époque antérieure, marche sensiblement de l'E.-N.-E. un peu E. à l'O.-S.-O. un peu O. C'est elle qui, en se bifurquant et en se pliant autour des masses d'un calcaire qui peut être pris pour le métallifère des Anglais, constitue les bassins de Mierès, de La Riosa, de Tudela, etc., etc. Entre ces villages et ceux plus rapprochés de la chaîne il existe quelquefois des courbes d'une si grande dimension qu'on ne saurait saisir les véritables relations des couches sans une topographie détaillée.

Je crois pourtant pouvoir dire que depuis les houilles anthraciteuses siluriennes d'Aller, jusqu'à celles si collantes et si bonnes de Rinquintin (1), on passe par toute la série des terrains carbonifères.

Sur l'étendue de pays que forme le groupe dont il est ici question on remarque dans l'étage carbonifère un nouveau caractère bien digne d'attention : c'est la présence d'un poudingue à galets ellipsoïdaux de quartzite roulée réunis entre eux par une pâte siliceuse ou argileuse. Il alterne souvent avec des grès à empreintes, forme aussi à lui seul des couches puissantes, et mérite d'être étudié, depuis les mines d'Ollonego jusque près de la Pola de Lena.

Les escarpements qui rendent si pittoresque la grande route de Castille, dans les environs du pont de Santullano, au-delà de Mierès, forment un véritable musée de botanique fossile de ces terrains de grès à empreintes. On en retrouve encore beaucoup dans les grès quartzeux modifiés du village de la Pena. La position anormale de celui-ci figure au milieu du bassin carbonifère des Asturies, et, sur près de 4 lieues d'étendue, un de ces phénomènes de sublimation métallique analogues à ceux de St-Etienne, etc., etc.

Dans l'endroit qu'on nomme Castiello de Lena, aussi bien que dans le terrain carbonifère de Munon Cismero, des modifications analogues donnent à leur ensemble un caractère de spécialité, que nous retrouverons néanmoins sur un autre point des Asturies..... à Carabia, dans le groupe de Puerto Suebe (2).

Il est bien probable que les terrains du centre de Mierès qu'on voit se prolonger dans la direction de l'E. appartiennent à l'ensemble des couches au milieu desquelles sont ouvertes, près de Sama de Langreo, les mines de feu le marquis de las Marismas.

Mines de Sama à Langreo. — Ces couches se suivent d'abord avec une admirable régularité, et ne sont interrompues qu'après une distance de 5 lieues espagnoles.

Celles de Sama ou Langreo (voir la *fig.* 5, coupe des couches

(1) A Rinquintin on trouve au toit de la couche, dans le fer carbonaté, plusieurs *Productus*.

(2) La brèche cinabrifère de la Pena à Mierès, les gîtes de mercure de Munon Cismero et de Castiello de Lena, comme aussi celui de Carabia à Colonga, s'ils n'acquièrent pas encore une grande importance industrielle, généraliseront du moins un fait géologique intéressant.

de Sama en Langreo d'après le plan de la mine. Le point P est à 398 varas au-dessus de l'océan Cantabrique au pont de Turiellas près de Sama) reposent d'un côté sur un calcaire pétri d'encrines au lieu dit de Paranza, tandis que de l'autre elles s'appuient ou s'arc-boutent contre les masses calcaires de Sobrescobio. La première direction, exactement déterminée par les plans de la mine, suit N. 75° à 80° E.; puis elle passe à N.-N.-E. et arrive, enfin, par un mouvement insensible, à N. 30° E. C'est l'expression la plus exacte de l'orientation des veines de charbon du Monte Carbayn en Sierro, appartenant également aux héritiers de M. Aguado.

Le groupe de Langreo se fait aussi remarquer par la présence du poudingue calcaire, qui a été signalé déjà à Ferrones. MM. Nagelmakers et Fantet sont, je crois, les premiers qui l'aient reconnu, sur la rive droite du Nalon, un peu en amont du pont de Sama.

Mines de la Venta de la Cruz et de Llerès. — (Voir la coupe *fig. 6*, coupe prise à las Tejeras, près de la Venta de la Cruz.)

c. Crêtes de calcaire carbonifère.

a. Veine de charbon friable exploitée.

b. Veine exploitée anciennement.

d. Ligne de vieilles exploitations éboulées

d'. Couches contournées, direction N. 65° E. p. 30 à 35° S.-E.

Il ne serait pas impossible que les couches assez minces de charbon exploitées par les chaufourniers au hameau de la Llovera, près de la Venta de la Cruz, n'appartinssent à une époque un peu plus ancienne que les précédentes. Elles marchent au jour par N. 15° E., et pendent de 70° vers l'E., formant une sorte de continuation de celles du Candanal, dont la direction N. 10° E. semblerait plutôt être un contournement des couches qu'on a recherchées sous des nappes calcaires au lieu dit de las Tejeras. Et cependant celles-ci donnent à la boussole dans la galerie même direction N. 70° E., avec pente de 80° N.-N.-O.

L'observateur éprouve vraiment de l'embarras et craint de se tromper au milieu d'une contrée aussi visiblement tourmentée. La confusion résulte surtout de plissures anormales; et s'il n'y avait pas une grande différence entre le charbon du calcaire à encrines et ceux si véritablement bons du groupe des grès et schistes de la montagne de Carabayn, on fixerait difficilement les limites de séparation.

Le charbon est encore de très bonne qualité vers l'E. et du côté de Llerès, dans les mines appelées de los Pisones, qui regardent le

territoire de Nava. Mais alors les couches ont repris la direction N. 70° E., et se composent de schistes argileux, d'argiles schisteuses et de grès renfermant tous des empreintes végétales.

La belle coupe naturelle que présente le chemin de Llerès à la Venta de la Cruz prouve d'une manière péremptoire que le système carbonifère repose ici sur les quartzites et les grès quartzeux du terrain silurien, tandis qu'il est recouvert par des sables, des calcaires sableux et d'autres calcaires de la formation crétacée du centre des Asturies.

Si les observations précédentes, qui ont été faites dans la partie le mieux connue du bassin des Asturies, n'ont pas été exemptes de difficultés, la partie orientale présente au géologue des complications beaucoup plus grandes.

Ainsi, pour peu qu'on tire de ce que nous avons consigné la conséquence que la majeure partie des couches marche, sauf quelques variations accidentelles, de l'E. à l'O. (N. 70° E.), il s'en faut beaucoup que tout soit aussi régulier dans ce qui va suivre.

Terrains siluriens, dévoniens et carbonifères contournés. — D'autres études, étrangères au travail qui nous occupe, prouveraient qu'entre Avilès, Luanco, Oviédo, Sama et Gijon, les formations postérieures aux terrains carbonifères (keuper, lias et craie) n'ont pas éprouvé des dislocations aussi fortes que celles dont il va être question.

Mines du groupe de Puerto Suebe. — Ces derniers caractères de grands dérangements que je nommerai du Puerto Suebe doivent probablement leur physionomie si particulière à quelques dykes amphiboliques qui affleurent dans la direction de l'Infierto, et qui, s'ils n'ont pas tous pu arriver jusqu'à la surface en d'autres localités circonvoisines, ont dû pourtant exercer leur influence souterraine sur la constitution de ce groupe. Il est d'autant plus remarquable qu'il se détache du centre de la grande Cordillère, s'avance jusqu'à la mer, et forme un angle d'environ 45° avec l'axe principal des vallées de la Sella et de Cangas de Onis, connues comme grandes vallées longitudinales des Asturies.

Les gorges des chemins d'Oviédo à l'Infierto, un peu avant d'arriver à ce bourg, fixent assez bien les idées sur la position respective du calcaire carbonifère et des schistes ou grès siluriens.

En entrant dans l'Infierto ou à une certaine distance en aval, près du pont d'Entralgo, on voit (*fig. 7*, coupe prise près du pont d'Entralgo,

c. Terrain carbonifère,

cr. Sables, grès et calcaires sableux crétacés)

Soc. géol. Tome II, 2^e série.

la superposition assez uniforme du terrain crétacé sur les tranches fortement relevées de roches appartenant à l'étage charbonneux ; mais si l'on prend au contraire le chemin de Torazo, ces mêmes couches du terrain crétacé qui passent en direction du N.-S. à l'E.-O. se contournent de façon à passer aussi de l'horizontalité parfaite à un état de verticalité absolue ; et telle est la complication de ces désordres depuis la Pena de Piniella jusqu'au village, qu'on rencontre des bancs verticaux de calcaire nummulitique en stratification concordante avec des couches du keuper et d'autres de la formation carbonifère (voir la coupe *fig. 8*, prise dans le chemin de l'Infierto à Torazo).

La boussole indique pour les dernières directions N. 63° E. ; mais elles remontent insensiblement sur la graduation, et, à une distance qui n'est pas très éloignée du point d'observation que nous venons de citer, elles atteignent N.-E. S.-O. et même N. 20° E. En d'autres lieux, comme du côté de Lodena, Borines, etc., le terrain carbonifère se cache derechef sous la formation crétacée. Peu étudié jusqu'à ce jour, le dépôt de combustibles de Torazo ne présente pas encore de grandes richesses, et pourtant on y connaît quatre couches, dont une importante de 1^m,30, fournissant d'excellente houille.

Mines de Binon. — Sans doute il nous sera plus aisé de raisonner sainement sur les phénomènes antérieurement énoncés, lorsqu'on aura bien déterminé le rôle de certain porphyre dont on trouve des traces non équivoques au levant de la bourgade de Casti llo. Il pourra se faire aussi que les protubérances ou soulèvements de roches ignées nous amènent à savoir pourquoi le combustible de Binon n'est autre que de l'anthracite qu'on n'a pu encore utiliser, malgré l'abondance des veines et leur proximité du port de Villaviciosa.

Dans les environs de Binon, la direction dominante est celle de N.-E. S.-O. avec une inclinaison de 70° et plus vers le N.-O. Ceci s'applique du moins aux grands affleurements de la formation carbonifère.

Mines de Colunga. — Je ne crois pas qu'on puisse se dispenser d'admettre certaines relations entre les couches de Binon et les autres exploitations d'anthracite, aux environs de Colunga, dans la vallée de Bierá. Pourtant les directions se rapprochent de la ligne N.-S., et on ne trouve marchant de l'E. à l'O. que le calcaire avec Spirifères, Encrines, Polypiers, etc., qui se montre au Canto del Sellon. Ce calcaire plonge au nord en nappe ondulée.

Le Canto del Sellon, la métairie de Maradiello et celle de la

Torre procurent les moyens d'étudier la stratification. A la mine de la Torre, les grès ont tous le facies de véritables grauwackes, si bien qu'en réunissant ces observations et celles faites à la mine del Cuerbo ou à celle du vallon de la Vana, il reste peu de doute sur les modifications qu'ont éprouvées les roches, non seulement dans leur structure minéralogique, mais encore dans leur position. La plupart des bancs ont une direction S.-E. N.-O.

Il eût été probablement possible de tirer les mêmes conclusions de mes études au moulin de la Surroquera, à la métairie Cancio et à Carandi, si, dans cette dernière région, assez éloignée de la première et traversée par les filets de cinabre de Carabia, je n'avais rencontré près du chalet Cancio d'autres grès beaucoup moins modifiés, n'ayant presque plus le grain cristallin des précédents et contenant de belles empreintes du terrain carbonifère.

Il est important de noter que jusqu'à ce jour tous les charbons découverts dans le district de Colunga à Liberdon, ou dans les alentours du Puerto Suebe, se sont montrés invariablement anthraciteux.

Mines de Sotiello et de la partie orientale des Asturies. — L'auberge de Sotiello est située dans la vallée de la Sella, près des bords de cette rivière et non loin des escarpements pittoresques qui ont déjà été dessinés pour montrer ce qui existe au pont d'Entralgo. On voit donc que les berges de la rivière présentent sur la rive droite des couches appartenant au terrain carbonifère, et sur celle de gauche la partie inférieure du terrain crétacé.

On a fait, il y a quelque temps, des recherches de houille dans la région carbonifère composée de grès, de schistes et d'argiles schisteuses. On y a rencontré du charbon; mais il est impossible jusqu'à présent de fixer la valeur de cette découverte.

Dans le lit de la rivière de la Sella, les schistes sont verticaux, avec la direction E.-O. C'est elle qui représente aussi à peu près la position des couches dans la *Riega de Sotiello* (dont la *fig. 9* donne la coupe), premier point où l'on mit à jour une couche de charbon, recouverte en stratification discordante par un banc de sable argileux de la formation crétacée.

Notons, en passant, que la houille provenant de ces travaux avait une structure feuilletée et comme remaniée.

Un peu plus haut, on a reconnu à l'aide d'une grande tranchée:

1° Des sables blancs, jaunes et rouges;

2° Des argiles grises et noires, appartenant toutes à la formation crétacée;

3° Enfin, une espèce de couche de charbon d'environ 0^m,80 de puissance, marchant par N. 70° E. et inclinant au S. de 70 à 80°. On a nommé cette couche mine de la Cabeza de Monès. (Voir la fig. 10, qui donne la coupe de la tranchée de la Cabeza de Monès.)

Ces terrains modernes recouvrent tout l'espace qui s'étend jusqu'au hameau de Monès, derrière lequel se dressent des crêtes de calcaire à encrines. Au N., au contraire, dans les vallons qui débouchent à la Sella, les grès sont dirigés par S. 80° E.

Ces traces de terrain carbonifère ne sont pas très rares sur la rive droite de la Sella, toutes les fois surtout que, par un phénomène quelconque de dénudation ou de déchirement, la vue peut pénétrer en dessous du terrain crétacé.

Sans indiquer une foule d'exemples, nous nous contenterons de citer celui qu'il est le plus facile de voir sur le chemin de Cangas de Onis, au pont de Galontro, avant d'arriver au hameau de Roncio. Quelques couches de grès et de schistes se montrent dans les ravins avec les empreintes les plus communes en Asturies (calamites, roseaux et fougères). Leur direction est N. 65° E. et leur pente 45° S.-S.-E.

L'étude des environs de Cangas de Onis prouve qu'il y a par là un grand développement du groupe silurien. Il se prolonge du côté de Cobadonga, où commence la grande masse de calcaire métallifère de l'E. des Asturies (1).

Le calcaire carbonifère reparaît néanmoins à la grande descente de las Estassadas ou Vuettas de Ricao, qui conduisent dans les vallées profondes du Cabralès. A las Estassadas, les fossiles les plus communs sont d'énormes encrines et des Bellérophons mal caractérisés; mais si l'on étudie les environs de Poo et d'Arenas en suivant les rives du Rio Carès, on rencontre sur celle de droite, et après avoir passé le pont, des couches calcaires où abondent le *Productus punctatus* de Sowerby, le *Productus costatus*, *Spirifer semicircularis*, *Spirifer lineatus*, *Terebratula hastata* et quelques espèces mal caractérisées de *Solarium*. Ces couches indiquent à la boussole du mineur S. 75° à 80° E. en plongeant de 30° N.-N.-E., tandis qu'un peu avant le confluent du Rio Castano avec le Rio Carès, des grès blanchâtres ornés de superbes calamites et de quelques variétés de roseaux marquaient direction S. 80° E. pour 15 et 20° N.-N.-E.

(1) On a fait au milieu de ces calcaires de nombreuses recherches de plomb, de cuivre et de cobalt qui, soit anciennement, soit aujourd'hui, n'ont pas fourni de bons résultats.

Couche du val de la Barca, Poo et Arenas en Cabralès. Un désordre réel dans les strates de ces vallées abruptes et pittoresques se dénote toutes les fois qu'on observe avec attention les pendages ou les alignements des roches. Néanmoins ils ont une tendance à l'O. La couche de charbon de la Riega de val de la Barca marche E. O. avec 35° de pente au N. Elle a produit de bonne houille aux affleurements; mais elle n'a pas de puissance. Ici encore abondent les empreintes végétales....., quelques fougères, des astérophyllies, etc.

Le géologue qui traverse les gorges des ruisseaux Ridon et Ribelès, en cheminant vers Aranguas, peut constater à plusieurs reprises et de la manière la plus évidente la superposition du terrain carbonifère à la formation silurienne. Celle-ci est représentée dans ces localités par des quartzites ou des grès blancs quartzeux. Il arrive que les deux étages plongent en sens inverse l'un de l'autre, et que les quartzites sont recouverts de schistes au-dessus desquels s'étendent les nappes calcaires de Penamellera.

Je ne dirai pas que celles-ci n'appartiennent pas au lias, car j'ai rencontré dans des blocs anguleux provenant des hauteurs des bélemnites parfaitement marquées. Cette opinion pourrait aussi être confirmée par une étude approfondie des ravins qu'on traverse en allant à Trescarès. Ils présentent des coupes naturelles dans lesquelles on voit que la stratification, la couleur et les caractères minéralogiques permettraient, jusqu'à un certain point, de séparer du calcaire de Penamellera ceux d'une date plus certaine reconnus en Cabralès.

Allès. — A Allès, des quartzites, ou des roches de la même époque, ainsi que d'autres appartenant vraisemblablement à la partie inférieure du groupe carbonifère, sont visiblement et autrement dirigés et inclinés que des couches calcaires superposées, qui par conséquent devront être considérées comme plus modernes.

Au milieu des grès et des schistes carbonifères affleure non loin du village une tête de couche de houille, d'où les paysans ont extrait quelque peu de combustible.

D'Allès à Llonin, ainsi que dans tous les environs, de grands contournements rendent difficiles les observations, et leur enlèvent, jusqu'à un certain point, tout degré de précision. Pour arriver à un pareil résultat, il serait indispensable d'examiner chacune des crêtes ou des points élevés, et peut-être ce travail pénible ne serait-il pas d'une utilité absolue.

Au pied des montagnes, des quartzites, des schistes ardoisiers

et des grès ont direction générale S.-F. N.-O. avec inclinaison au N.-E. Dans les hauteurs, une nappe ou grand chapeau calcaire dessine des escarpements bizarres couverts de chênes verts ou de hêtres.

Abandamès. — Il est plus facile d'asseoir son opinion entre les villages d'Allès et d'Abandamès... les terrains carbonifères y sont mieux développés. On voit aussi tout près d'Abandamès des grès, des schistes et des argiles schisteuses de cette formation, contenant dans leurs plans souvent délités des traces de fougères, de sphénoptères et de névroptères. Les schistes argileux dans lesquels se dessinent principalement ces plantes ont direction S.-E. N.-O., et varient de pendage depuis 25°, 30° jusqu'à 50° N.-O.

Cet ensemble ne paraît pas avoir une grande étendue, puisqu'il n'en reste plus que des témoins assez rares dans le ruisseau qu'on traverse à une demi-lieue en aval du village. Les premiers schistes qu'on rencontre après les dernières maisons sont orientés par N.-S. p. 50° E., tandis que certains bancs de grès marchent S. 60° E. avec inclinaison au N.-E. de 45° à 50°. Tous se cachent ensuite sous des couches d'un calcaire d'apparence crétacée. Des picots d'oursins et quelques coquilles mal définies sont les seuls restes organiques trouvés jusqu'à présent dans les calcaires sableux de la partie inférieure de ces lits secondaires. Il est probable qu'on trouverait sa vraie position dans les contrées de Narganes et d'Andinas si on les étudiait avec plus de soin qu'on n'a pu le faire. Il y a par là grand nombre de directions S. 60° à 70° E. avec pente de 25° et 35° N.-E.

Quelques autres points des Asturies où l'on voit les terrains siluriens, carbonifères et dévoniens. — Jusqu'à présent il n'a été question que des localités les plus intéressantes, soit à cause des exploitations qui y sont ouvertes, soit aussi parce qu'elles présentent des études géologiques plus faciles. Il y en a d'autres pourtant qui méritent d'être citées, quoique leur exploration nécessite plus de travail, et malgré le peu d'importance industrielle des couches de charbon reconnues.

Dans ce nombre peut être classé Roncello, près de Cuevas del Mar, où l'on fit jadis quelques recherches sur des couches S. 70° E. p. 65° N.-N.-E., appartenant à la région la plus basse des terrains carbonifères. Au milieu des champs qui séparent ces tentatives abandonnées de celles de Pria, il n'est pas rare de rencontrer des grès dirigés E.-O. alternant avec des calcaires charbonneux.

Au monticule qu'on appelle mine de Pria ou de Pindalès, une tranchée, suivie d'une galerie, mit au jour des schistes aussi

carbonifères, dont l'orientation général peut être évalué S. 75° E. avec une inclinaison de 65° vers le sud.

Collera, dans les environs de Riba de Sella, est encore du même âge, et l'on n'y a pas trouvé de couche de houille vraiment exploitable. Ces lambeaux allongés de terrains carbonifères doivent donc être envisagés et étudiés plutôt au point de vue scientifique que sous le rapport industriel.

Les Consejos de Quiros, de Teberga et de Somiedo sont d'autres points des Asturies où les formations siluriennes, dévoniennes et carbonifères présentent assez de développements; mais elles sont en même temps très brouillées et d'une étude fort compliquée. On ne retrouve plus les couches dans leur état normal que vers la partie limitrophe de la vieille Castille, non loin de la source du Rio Sil, ou un peu plus bas, dans le Ponferrada.

Nous nous proposons d'étudier d'une manière tout-à-fait spéciale cette zone carbonifère, dans laquelle nous devons découvrir vraisemblablement les relations qui existent entre les groupes charbonneux du Portugal, du Ponferrada, des Asturies, de Léon et de Reynosa. Peut-être ces recherches nous conduiront-elles à les ranger dans le même horizon géologique que d'autres lambeaux de la chaîne des Pyrénées et de San-Juan de las Abadessas dans la Haute-Catalogne.

C'est alors seulement que nous tirerons des conséquences et que nous proposerons des conclusions générales. En attendant, nous croyons que l'ensemble décrit précédemment, ainsi que les fossiles qui y ont été trouvés, mérite l'attention de tous les géologues sérieux.

Premier Tableau d'essais faits sur les charbons des Asturies.

NOMES DES CONCESSIONS OU DES LOCALITÉS	DÉSIGNATION DES COUCHES	RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES.			OBSERVATIONS.
		Coke.	Produits volatils.	Cendres	
1 Arnao 1842 . . .	Vieille exploit. dite del Valcay . . .	60.215	39.785	20.100	40.415
2 Arnao 1845 . . .	Exploitation nouvelle . . .	56.805	45.195	8.420	48.585
3 Arnao 1845 . . .	Exploitation banc supérieur . . .	55.100	44.900	12.600	42.300
4 Arnao 1845 . . .	Exploitation banc du milieu . . .	50.200	49.800	7.545	42.485
5 Arnao 1845 . . .	Exploitation banc inférieur . . .	52.700	47.500	5.450	47.250
6 Arnao 1842 . . .	Pozo del Arco . . .	54.000	46.000	5.550	50.450
7 Arnao 1845 . . .	Capa del Arco . . .	55.200	44.800	6.570	48.670
8 Ferrones 1842 . . .	Capa trastornada . . .	54.555	45.645	12.200	42.155
9 Ferrones 1842 . . .	Capa mayor . . .	52.810	47.200	5.555	49.447
10 Ferrones 1845 . . .	Capa mayor . . .	52.100	47.900	7.751	49.539
11 Santo-Firme 1842 . . .	Veta de los Alemanes . . .	61.650	58.550	5.751	55.899
12 Santo-Firme 1842 . . .	Rigueron . . .	59.175	40.825	1.521	57.654
13 Santo-Firme 1842 . . .	Venuca del Penon . . .	61.150	58.850	6.000	55.150
14 Santo-Firme 1842 . . .	Rigueron . . .	58.672	41.528	5.702	54.970
15 Santo-Firme 1842 . . .	Venuca del Penon . . .	55.495	46.505	8.700	44.795
16 Santo-Firme 1842 . . .	Agula . . .	59.500	40.700	5.050	56.270
17 Rio Nora 1842 . . .	Pozo superior (crestones) . . .	65.600	56.400	8.700	54.900
18 Rio Nora 1845 . . .	Pozo superior à 10 varas . . .	60.250	59.750	2.475	57.775
19 El Picon 1842 . . .	Galerie . . .	59.250	40.770	5.010	56.220
20 El Picon 1845 . . .	Puits . . .	59.400	40.600	6.101	55.299
21 Ollonego 1842 . . .	Compagnie de la Espada . . .	64.700	55.500	5.600	61.100
22 Ollonego 1845 . . .	Compagnie de la Espada . . .	65.200	57.800	2.500	59.700
23 Tudela . . .	Cueva . . .	68.020	51.080	2.020	66.000
24 Tudela . . .	Manuela . . .	69.000	50.000	1.010	67.090
25 Tudela . . .	Vallina alta . . .	66.000	55.000	2.050	65.050
26 Mierès 1842 . . .	Riquintin . . .	60.600	59.400	5.000	57.600
27 Sama 1842 . . .	El Horrio . . .	58.535	41.445	1.100	57.450
28 Sama 1842 . . .	Carbonero . . .	61.000	59.000	1.000	60.000
29 Sama 1842 . . .	La Casa de Pin . . .	57.700	42.500	2.500	55.400
30 Sama 1842 . . .	La Colasa . . .	61.000	59.000	2.900	57.100
31 Sama 1842 . . .	La del Nivel . . .	59.700	40.500	1.200	58.500
32 Sama 1842 . . .	El Rebollo . . .	57.740	42.260	0.590	57.550
33 Sama 1842 . . .	El Carboneruco . . .	58.420	41.580	2.500	55.920
34 Sama 1842 . . .	La Senorita . . .	60.400	59.600	1.400	59.000
35 Sama 1842 . . .	El Serradero . . .	54.600	45.400	1.150	55.450

Essai moyen sur une charretée achetée en 1842.
 Essai moyen pris sur une charretée sans schistes achetée en 1845.
 Echantillon de 18 livres remis par M. A. de Soignies.
 Echantillon de 50 livres remis par M. A. de Soignies.
 Echantillon de 25 livres remis par M. A. de Soignies.
 Echantillon de choix recueilli en 1842.
 Echantillon moyen du charbon de tige en 1845.
 Essai moyen pris en 1842 sur 150 à 200 qx, couche abandonnée.
 Charbon à 22 varas pris sur une forte moyenne en 1842.
 Charbon pris à 56 varas, forte moyenne de 1845.
 Ces charbons provenaient des régions voisines de la grande galerie.
 Ces charbons provenaient d'exploitations illicites entre la mine et la fontaine de Jean Cuervo.
 Affluement de la veine suivie au puits supérieur.
 La même veine de la galerie d'allongement vers la montagne.
 Galerie près le rio Nora sur la rive gauche (brouillage).
 Puits de reconnaissance entamé à la roche même del Picon.
 Divers morceaux pris à l'origine des travaux.
 Moyenne de plusieurs morceaux pris dans le magasin d'Oviédo.
 Extraits du mémoire de la compagnie anglaise.
 Couche exploitée par don Vicente Sanpil.
 Couche exploitée par les héritiers de feu M. Aguado qui ont alimenté l'exploitation de 1842.
 Les échantillons ont été remis par l'ingénieur Nagelmackers.

NOMES DES CONCESSIONS OU DES LOCALITÉS.	DÉSIGNATION DES COUCHES.	RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES.			OBSERVATIONS.
		Coke.	Produits volatils.	Cendres, Coke sans cendres.	
56 Sama 1842.	Capa de los Amigos.	55,810	44,190	5,100	Couche exploitée par une compagnie du pays.
57 Carabayn.	Payona.	55,720	44,280	0,495	Couche des pertinences de feu M. Aguado.
58 Venta de la Cruz.	Tejeras.	56,660	45,400	1,400	Couches exploitées en 1842 par les paysans, et aujourd'hui dé-
59 Lleras 1842.	Las Cuadrilladas.	59,600	40,400	1,100	noncées par des compagnies.
40 Torazo 1845.	Sin nombre.	77,000	25,000	4,600	Couches dénoncées par une nouvelle compagnie qui a com-
41 Torazo 1845.	Sin nombre.	72,030	27,030	13,500	mené des travaux sérieux.
42 Vinon 1845.	Carbonera.	92,000	8,000	4,500	Essais communiqués par M. Comynet, ingénieur civil.
43 Vinon 1845.	El Picon.	88,000	12,000	4,500	
44 Vinon 1845.	Francesa.	72,000	28,000	5,000	
45 Vinon 1845.	Desaliente.	72,500	28,000	5,300	
46 Vinon 1845.	Rosa.	90,000	10,000	5,000	
47 Vinon 1845.	Amarilla.	92,000	8,000	5,000	Veine exploitée par les paysans pour faire de la chaux.
48 Vinon 1845.	El Torno.	86,000	14,000	4,500	
49 Vinon 1845.	Vega.	82,000	18,000	4,000	
50 Vinon 1845.	Cabrera.	92,000	8,000	5,000	Veine exploitée par les paysans pour faire de la chaux.
51 Colonga.	Capa de la Vacca.	90,100	9,900	6,000	
52 Colonga.	Capa principal de la Torre.	89,525	10,675	5,652	Couches exploitées par une compagnie nouvelle.
53 Sotillo.	Capa de Abajo ou de la Riega.	75,440	24,560	5,200	
54 Sotillo.	Capa de arriba o de cabeza de Monés.	67,000	55,000	8,500	Couche exploitée à plusieurs reprises.
55 Nueva.	Ronciello.	70,000	50,000	7,550	
56 Arenas (Cabrates).	Val de la barca.	68,000	52,000	9,950	
57 Otero de las Dueñas.	Castilla vieja.	71,000	29,000	9,950	Exploitée par des personnes de Léon, près de la frontière des Asturies; n'a pas encore beaucoup d'écoulement malgré sa bonne qualité.
<i>Supplément.</i>					
58 Ferrones 1844.	Puits Gonzalez.	52,200	47,800	2,500	Houille irisée des affleurements de la Capa Mayor.
59 Ferrones 1844.	Puits del Aire.	55,701	44,299	4,500	Couche découverte par le puits del Aire.
60 Ferrones 1844.	Petite couche des fours de las Cabanas.	57,200	42,800	45,000	Couche abandonnée à cause de sa qualité et de son peu de puissance.

M. de Verneuil fait, au nom de M. d'Archiac et au sien, la communication suivante, à l'appui du mémoire précédent de M. Adrien Paillette.

Note sur les fossiles du terrain paléozoïque des Asturies,
par MM. de Verneuil et d'Archiac.

INTRODUCTION.

Nos connaissances sur la faune des divers systèmes qui composent le terrain paléozoïque ne sont pas encore assez complètes ni déduites d'observations assez générales, pour qu'on puisse déterminer l'âge d'une partie quelconque de ce grand ensemble par la présence d'une seule espèce de fossiles; mais il n'en est pas de même si l'on considère un certain nombre de fossiles trouvés dans le même lieu et dans des couches dont la liaison et les rapports sont bien établis : aussi la liste suivante des corps organisés, recueillis par M. Paillette dans les dépôts qu'il a si bien étudiés et décrits, nous permettra-t-elle de tirer quelques conclusions assez précises sur l'époque de leur formation, relativement à ce que l'on connaît sur d'autres points de l'Europe. Après quelques généralités sur les caractères de cette faune ancienne des Asturies, nous passerons à la description des espèces.

FOSSILES DU TERRAIN PALÉOZOÏQUE DES ASTURIES (1).

- | | |
|--|--|
| * <i>Orthoceratites Jovellani</i> , nov. sp. | * — <i>Cabedanus</i> , id. |
| <i>Cardium</i> (Voisin du <i>Cardium</i> | * — <i>heteroclitus</i> , Defr. (sp.). |
| <i>alaforme</i> Sow. et identique avec | * — <i>Cabanillas</i> , nov. sp. |
| celui du calcaire de Néhou, Man- | — <i>Verneuili</i> , var. Murch. |
| che). | <i>Orthis resupinata</i> , Mart. (sp.). |
| * <i>Terebratula subconcentrica</i> , nov. sp. | * — <i>orbicularis</i> , Sow. |
| * — <i>Pelapayensis</i> , id. | — <i>crenistris</i> , Phil. (sp.). |
| * — <i>Campomanesii</i> , id. | * <i>Leptaena Murchisoni</i> , d'Arch. et de |
| * — <i>Ferronesensis</i> , id. | Vern. |
| * — <i>Ezquerria</i> , id. | * — <i>Dutertrii</i> , Murch. |
| * — <i>Hispanica</i> , id. | <i>Serpula omphalotes</i> , Gold. |
| * — <i>Toreno</i> , id. | * <i>Pentremites Pailletti</i> , de Vern. |
| — <i>reticularis</i> , Schlot. (<i>T. prisca</i> | * — <i>Schulzii</i> , nov. sp. |
| Dalm.). | <i>Aulopora serpens</i> , Gold. |
| * — <i>Oliviani</i> , nov. sp. | <i>Criserpia Michelini</i> , Milb. Edw. |
| * — <i>Adrieni</i> , id. | <i>Favosites polymorpha</i> , Goldf. |
| — <i>Daleidensis</i> , Roem. | — <i>fibrosa</i> , id. var. <i>ramosa</i> . |
| * <i>Spirifer Pellico</i> , nov. sp. | <i>Lithodendron cæspitosum</i> , Gold. |

(1) Les espèces précédées d'un astérisque * sont décrites ci-après

La prédominance des brachiopodes sur les autres classes est, comme on sait, le caractère distinctif de la faune paléozoïque, de même que la prédominance des céphalopodes, représentés par les Bélemnites, les Ammonites et d'autres genres à cloisons persillées, signale la faune secondaire. Parmi les brachiopodes qui forment les deux tiers des fossiles que nous possédons des Asturies, les plus remarquables par le développement exceptionnel qu'ils y ont pris sont les Térébratules du groupe des *concentricæ*, caractérisées par des stries concentriques plus ou moins lamelleuses, par l'absence constante de *deltidium* et par une ouverture ronde toujours en contact avec le crochet de la valve ventrale. La *Terebratula concentrica* de Buch, le type du groupe et telle que nous la connaissons dans le système dévonien du N. et de l'O. de la France, en Angleterre, en Belgique, dans l'Eifel et en Russie, ne se trouve cependant point parmi nos Térébratules d'Espagne, mais six espèces, dont la première, que nous avons nommée *subconcentrica* et qui a pu être regardée comme une variété de la *T. concentrica*, tant elle en est voisine, viennent s'y rattacher par des caractères communs, tout en présentant des formes qui s'en éloignent de plus en plus par des modifications successives.

La présence d'un sillon sur le bourrelet est le caractère particulier qui vient relier entre elles ces formes si variées. Ce sillon, à peine sensible dans la *T. subconcentrica*, que sa forme générale arrondie, subelliptique et transverse, ses grandes dimensions et la disposition de ses stries distinguent du type du groupe, se joint, dans la *T. Pelapayensis*, à une forme subpentagonale plus allongée, à une taille toujours moindre et à un angle apical moins ouvert. Plus prononcé dans la *T. Campomanesii*, le sillon médian y est accompagné de plis et de sillons latéraux, et le front de la valve ventrale est peu différent de celui de la valve dorsale. Ses stries larges et lamelleuses à tous les âges ne permettent pas non plus de la confondre avec la *T. Ferronesensis*, chez laquelle le développement des quatre plis sur chaque valve, séparés par des sillons larges et profonds, et les stries constamment plus fines et plus serrées, viennent justifier cette distinction.

Jusqu'ici les formes avaient pour ainsi dire oscillé entre des pentagones plus ou moins arrondis, ou des ellipses plus ou moins allongées; mais à partir de la *T. Ezquerra*, l'allongement extrême des deux plis latéraux que nous avons vus naître dans la *T. Campomanesii* et se prononcer davantage dans la *T. Ferronesensis*, fait prédominer les formes transverses. En même temps, l'angle apical devient plus ouvert, le sillon ventral est aussi profond que le

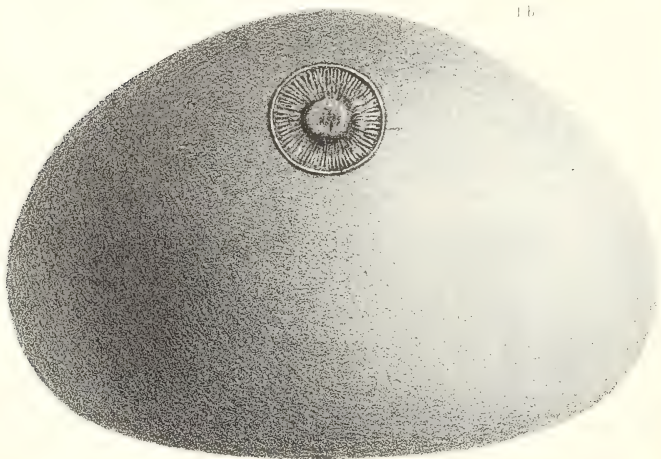
sinus dorsal, le contour de la coquille passe à un heptagone, et sa surface se trouve divisée en cinq parties concaves, inégales, mais disposées symétriquement de chaque côté de l'axe, et qui se correspondent sur les deux valves. La *T. Hispanica* n'est que le résultat d'une plus grande extension et du relèvement des plis latéraux, qui se confondent alors avec la charnière. Celle-ci est droite et très longue, comme dans les *Spirifer* ailés. L'angle apical est presque égal à deux droits, et le sillon du bourrelet est toujours aussi profond que le sinus. Enfin, la variété A de la *T. Hispanica* nous offre le dernier terme de cette série de transformations, qui, en partant d'une coquille suborbiculaire, nous a conduits graduellement à une forme presque voisine de celle des *Solen*.

Nous avons apporté toute notre attention à la délimitation de ces espèces, et l'examen d'un assez grand nombre d'individus de chacune d'elles, pris à divers âges, nous permet de penser que les coupes que nous avons établies ne sont pas sans fondement et qu'elles seront confirmées par la suite. Parmi ces espèces, la *T. Pelapayensis* se trouve aussi dans le système dévonien de l'Oural et de l'Eifel, la *T. Ezquerri* dans les calcaires de Néhou (Manche).

Si nous continuons à rechercher les gisements déjà connus des autres fossiles de la liste précédente, nous verrons la *T. Adrieni* se représenter dans les calcaires de l'Eifel, la *T. reticularis* être commune aux systèmes silurien et dévonien du N. et de l'O. de l'Europe et la *T. Daleidensis* passer dans la grauwacke des bords du Rhin. Parmi les *Spirifer*, une variété du *S. heteroclitus* et une variété du *S. Verneuli* sont propres aux couches dévoniennes. Les trois autres espèces jusqu'à présent particulières au terrain des Asturies rappellent, par leur forme transverse et leurs plis simples, les caractères que le genre affectait, surtout pendant la période dévonienne. Les *Orthis* sont toutes trois connues. L'*O. crenistria* est une variété dévonienne; l'*O. resupinata* est à la fois dévonienne et carbonifère; l'*O. orbicularis* est silurienne; mais l'identité de ce dernier rapprochement nous laisse encore quelque incertitude. Des deux espèces de *Leptæna*, l'une, le *L. Dutertii*, est fréquente dans les couches dévoniennes du Bas-Boulonnais, et l'autre, le *L. Murchisoni* (variété), dont le type appartient à la grauwacke de Siegen, est assez répandue dans les calcaires anciens de la Bretagne et de la Normandie.

Parmi les polyptérides de Ferronès, 3 sont des espèces à la fois siluriennes et dévoniennes, et 2 sont exclusivement dévoniennes. La *Serpula omphalotes* est un des fossiles les plus caractéristiques du





système dévonien, soit dans l'Europe occidentale, soit dans les diverses parties de la Russie. Enfin, la présence de deux espèces de Pentremites, genre encore inconnu dans le système silurien, nous fournit un dernier argument pour rapporter les couches de Ferrones et de Pelapaya à l'époque dévonienne.

En résumé, sur 31 espèces provenant de ces localités, 3, la *T. Daleidensis*, l'*O. orbicularis* et le *L. Murchisoni*, sont siluriennes; 4 sont siluriennes et dévoniennes; 1, l'*O. resupinata*, est dévonienne et carbonifère; 8 sont exclusivement dévoniennes, et 15 sont nouvelles. De ces dernières, 3 ont été trouvées dans les couches dévoniennes d'autres pays, ce qui porterait à 11, ou au tiers environ, les espèces connues comme étant exclusivement dévoniennes.

Outre les fossiles de Ferrones, de Pelapaya et des environs, M. Paillette nous en a encore envoyé d'Arnaos, où les couches de véritable houille, qu'il a décrites dans son mémoire, paraissent être recouvertes par des calcaires analogues à ceux de Ferrones. Nous avons reconnu parmi les espèces qui sont en général moins bien conservées que les précédentes : les *Terebratula reticularis (prisca)*, *T. Ezquerria*, *T. primipilaris* (de Buch), *Orthis resupinata*, *O. striatula*, *O. arachnoidea*, et le *Spirifer Pellico* si caractéristique des calcaires de Ferrones. On ne peut donc douter que les couches d'Arnao ne soient du même âge que ces dernières (1).

Quant aux fossiles de Cabrales, dont nous devons aussi la connaissance à M. Paillette, ils sont très distincts des précédents et annoncent, sans aucun doute, l'existence du véritable système carbonifère sur ce point. Ce sont les *Productus semireticulatus* Mart. (*antiquatus* Sow.) et *tenuistriatus* de Vern., le *Spirifer attenuatus* ou *striatus* et le *S. Mosquensis*.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

Orthoceratites Jovellani, nov. sp. Pl. XIII, fig. 1 et 2.

Coquille très grande, subconoïde dans le jeune âge, et paraissant modifier sa forme en vieillissant pour devenir presque ellipsoïdale ou subtriangulaire, à angles très arrondis. Cloisons nom-

(1) Nous croyons devoir appeler l'attention sur ce fait, car c'est la première fois que l'on trouve des fossiles incontestablement dévoniens, régulièrement superposés à des couches de combustible d'une importance réelle. En effet, tous les grands dépôts houillers et anthracifères de l'Angleterre, de l'Amérique et de la Russie sont, comme on sait, supérieurs au système dévonien.

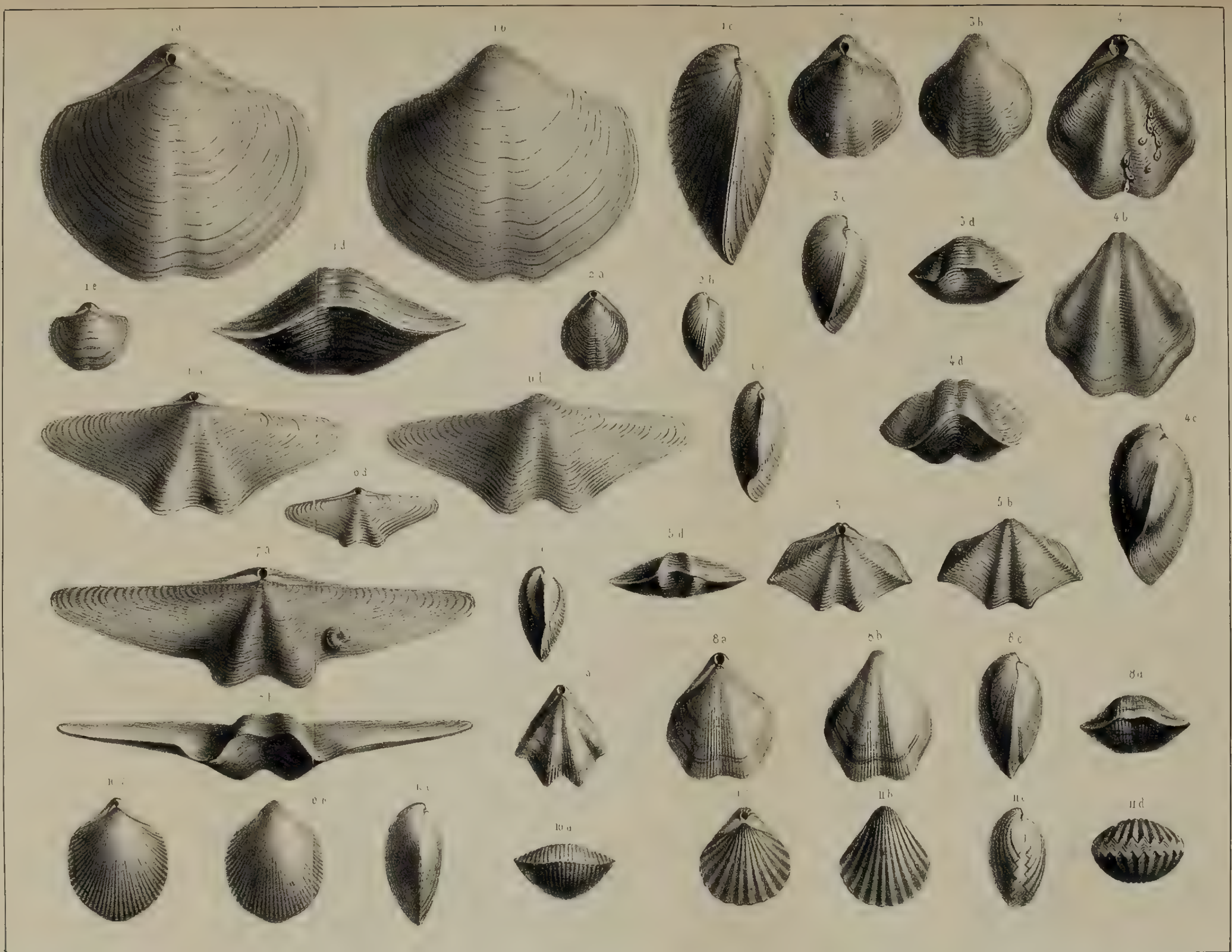
breuses et très rapprochées. Lorsque la coquille a 2 centimètres de diamètre, on en compte 8 dans la hauteur de 2 centimètres, et lorsqu'elle a atteint 9 centimètres, on n'en compte plus que 4 dans la même hauteur. Cloisons légèrement concaves, à bords un peu sinueux sur l'angle arrondi qui comprend le siphon, et sur le milieu du grand côté qui lui est opposé. Siphon madréporiforme situé près du bord dans l'angle opposé au grand côté de la pyramide. Il est légèrement elliptique dans sa coupe et composé d'un axe ou tige centrale également elliptique, et d'où rayonnent de nombreuses lamelles étroites, serrées, souvent anastomosées, et semblables à celles des Turbinolies. A l'endroit où le siphon traverse chaque cloison, la paroi de celle-ci s'infléchit, puis forme un canal qui se rétrécit vers le milieu de chaque chambre, et produit un étranglement donnant au siphon une disposition articulée ou en chapelet. Ces caractères paraissent être constants dans toute la hauteur de la coquille, quels que soient d'ailleurs son âge et sa forme.

Grand diamètre à la partie supérieure 90 millimètres, petit diamètre 64.

Cet Orthocératite, remarquable par sa forme, par ses dimensions, par le nombre des cloisons et par le caractère du siphon, offre au premier abord une grande analogie avec l'*Orthoceratitis triangularis* que nous avons décrit et figuré (*Transact. geol., Soc. of London*, vol. VI, pl. XXVII, fig. 1), mais on reconnaît bientôt qu'il s'en distingue par des caractères de premier ordre, tels que la position et la nature du siphon; ainsi, dans l'*O. triangularis*, le siphon est simple et placé contre le grand côté de la pyramide, tandis que dans l'*O. Jovellani*, il est madréporiforme et situé du côté opposé. En outre, la coquille est plus arrondie, passant, à ce qu'il nous a semblé d'après les fragments de divers âges que nous possédons, par des formes successivement conoïde, ellipsoïdale et subtriangulaire déprimée. Dans ce dernier état, la symétrie parfaite que les inflexions des cloisons offrent sur le pourtour de la coquille ne permet pas d'attribuer sa forme à une compression accidentelle postérieure à l'existence de l'animal. On peut penser que, comme l'*O. triangularis*, cette espèce n'avait pas moins de 2 mètres de longueur. L'extrême rapprochement des cloisons et leur faible courbure la distinguent nettement de tous les Orthocératites à siphon latéral des couches siluriennes inférieures du N. de l'Europe.

Cette espèce provient du district de Ferrones (Asturies).





J. Delarue del.

Imp. Lemercier & Co. Paris.

- 1. *Terebratulina subconcentrica* n. sp.
- 2. *T. pelapayensis* n. sp.
- 3. *T. simpomanesi* n. sp.

- 5. *Terebratulina Ezquerri* n. sp.
- 6. *T. Hispanica* n. sp.
- 7. *id.* var.

- 8. *Terebratulina* *foveata* n. sp.
- 9. *id.* *foveata* n. sp.
- 10. *id.* *foveata* n. sp.

Terebratula subconcentrica, nov. sp. Pl. XIV, fig. 1, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Coquille transverse arrondie. Valves presque également profondes, couvertes de stries concentriques, lamelleuses, assez écartées, au nombre de 9 à 15, suivant l'âge, et entre lesquelles se voient d'autres stries concentriques plus fines et d'autant plus nombreuses qu'elles s'éloignent davantage des crochets. Crochet de la valve dorsale arrondi, peu saillant et peu recourbé, percé d'une ouverture large, ronde et s'appuyant sur l'autre valve. Bord cardinal échancré au milieu pour recevoir le crochet de la valve ventrale. Angle apical de 100°. Arêtes cardinales très courtes, se confondant avec les arêtes latérales vers le tiers supérieur de la coquille. Arêtes latérales arrondies, et formant avec le front une courbe continue, elliptique, faiblement infléchie au milieu. Sinus peu marqué par une dépression qui s'atténue vers les deux tiers de la coquille. Valve ventrale transverse, elliptique dans le jeune âge, mais s'allongeant en vieillissant. Crochet petit. Bourrelet à peine sensible, divisé par un sillon médian qui remonte jusqu'au crochet en s'affaiblissant.

Longueur 46 millimètres, largeur 53, épaisseur 20; les individus qui atteignent ces dimensions sont généralement plus allongés et moins renflés que ceux dont la taille est moindre.

Cette coquille, qui tend ainsi à s'allonger et à se déprimer en vieillissant, diffère en cela de la plupart de celles qui l'avoisinent le plus.

La *T. subconcentrica* se distingue de la *T. concentrica* de Buch, par son contour plus arrondi, par son sinus et son bourrelet beaucoup moins prononcés, par la présence d'un sillon médian sur ce dernier, par des stries lamelleuses concentriques, toujours moins nombreuses, plus espacées, et entre lesquelles on remarque des stries beaucoup plus fines et non lamelleuses. La plus grande largeur de la *T. subconcentrica* se trouve vers le tiers supérieur de la coquille, tandis que dans la *T. concentrica* elle est constamment au milieu ou à égale distance du crochet et du front.

Cette espèce est fréquente à Ferrones et Pordetras de la Pena (Asturies); les plus grands individus proviennent de cette dernière localité.

Terebratula Pelapayensis, nov. sp. Pl. XIV, fig. 2, *a*, *b*.

Coquille pentagonale, arrondie sur les angles. Valves également

profondes, couvertes de stries transverses, concentriques, assez régulières, serrées, plus ou moins lamelleuses et un peu ondulées. Valve dorsale munie d'un crochet arrondi, renflé et recourbé. Ouverture ronde, assez grande et touchant l'autre valve. Angle apical de 85° . Bord cardinal profondément échancré au milieu. Arêtes cardinales se réunissant aux arêtes latérales par une courbe semi-circulaire. Arêtes latérales infléchies en dedans, et ressortant ensuite pour former le front faiblement relevé vers la valve ventrale. Sillon médian peu profond, et remontant jusqu'à la pointe du crochet. Deux plis très arrondis, souvent obsoletes ou même manquant tout-à-fait, limitent imparfaitement le sinus. Valve ventrale arrondie munie d'un crochet peu saillant. Bourrelet peu prononcé, divisé par un sillon médian moins profond que celui de l'autre valve, qu'il rejoint sur le front. De chaque côté du bourrelet, deux faibles dépressions correspondent aux plis obsoletes de la valve dorsale.

Longueur 16 millimètres, largeur 14, épaisseur 10: on trouve des individus plus grands.

Dans le jeune âge, cette espèce est plus arrondie; la valve ventrale est moins profonde que la valve dorsale, et souvent le sinus et le bourrelet ne se prononcent que lorsqu'elle atteint la moitié de son développement. A l'état adulte, il y a des individus plus ou moins renflés, et les stries concentriques sont plus ou moins fines, serrées et lamelleuses. La plus grande épaisseur de la coquille est vers le tiers antérieur. Les bras spiraux, disposés comme dans la *T. concentrica*, occupent une assez grande partie de la cavité de ses valves.

Cette coquille, dont nous avons pu comparer un grand nombre d'échantillons provenant de diverses localités, se distingue de la *T. concentrica* par sa forme moins transverse, plus allongée et pentagonale, par son angle apical plus petit qu'un droit, tandis qu'il est de 100° dans la *T. concentrica*, par la présence d'un sillon sur le bourrelet et dans le sinus, lequel, sur cette dernière espèce, est toujours plus ouvert et plus prononcé. Quant à la *T. subconcentrica*, elle diffère de la *T. Pelapayensis* par sa taille, qui devient très grande, par sa forme, beaucoup plus transverse, par ses crochets, plus petits, et par son double système de stries. Les individus jeunes des deux espèces ne sont pas moins différents que ceux qui ont atteint tout leur développement.

Cette Térébratule est une des plus répandues dans les couches anciennes de Pelapaya et de Ferrones (Asturies). L'un de nous l'a trouvée dans les couches dévonniennes de la Serebrianka (Oural).

Terebratula Campomanesii, nov. sp. Pl. XIV, fig. 3, a, b, c, d.

Coquille subrhomboïdale, arrondie, renflée vers les crochets et déprimée sur les bords. Valves presque également gibbeuses, couvertes de stries concentriques, régulières, lamelleuses, égales et ondulées. Valve dorsale munie d'un crochet arrondi, assez recourbé, peu saillant. Ouverture ronde, grande, oblique à la charnière, et touchant par son bord inférieur le crochet de l'autre valve. Angle apical de 95°. Bord cardinal échancré au milieu, arqué sur les côtés. Arêtes cardinales se confondant avec les arêtes latérales par une courbe demi-circulaire. Front relevé sur la valve ventrale, et entaillé par l'extrémité d'un sillon étroit et profond qui occupe le milieu du sinus, et qui remonte jusqu'à la pointe du crochet. Sinus limité par deux plis larges, arrondis et peu prononcés, au-delà desquels se voient deux dépressions souvent peu sensibles. Valve ventrale, sub-elliptique et transverse. Crochet petit. Bourrelet divisé en deux par un large sillon médian qui remonte jusqu'au crochet, et qui, par sa jonction avec celui de l'autre valve, produit une échancrure plus ou moins profonde sur le milieu du front. Sur les côtés du bourrelet, deux autres sillons plus larges viennent aboutir sur le bord frontal aux plis qui limitent le sinus dorsal.

Longueur 25 millimètres, largeur 23, épaisseur 14.

Cette espèce, assez variable, atteint quelquefois des dimensions plus grandes que celles que nous venons d'indiquer. Le sillon médian de la valve dorsale, ordinairement assez ouvert, devient étroit et profond dans quelques individus, et dans ce cas les sillons latéraux sont également plus prononcés, et les lames concentriques, plus épaisses et plus larges, sont finement plissées dans leur longueur.

La *T. Campomanesii* se distingue de la *T. concentrica* par sa forme plus allongée et par la présence d'un sillon médian et de deux sillons latéraux sur chaque valve; de la *T. subconcentrica*, par sa forme aussi plus allongée, par ses stries lamelleuses plus serrées, égales et plus nombreuses, par le crochet dorsal plus saillant et plus renflé, et par des plis beaucoup plus prononcés; enfin elle diffère de la *T. Pelapayensis* en ce qu'elle est au contraire plus grande, plus orbiculaire, plus large, plus tranchante sur les bords, moins renflée vers le centre, et que ses plis sont plus larges et plus saillants.

Se trouve avec les précédentes.

Soc. géol. Tome II, 2^e série.

Terebratula Ferronesensis, nov. sp. Pl. XIV, fig. 4, a, b, c, d.

Coquille rhomboïdale. Valves également profondes, ornées de stries concentriques très fines, très serrées, ondulées, un peu lamelleuses, égales sur toute la coquille et à tous les âges. Valve dorsale pourvue d'un crochet large, arrondi, assez élevé, mais à peine recourbé; ouverture grande, ronde, et touchant le crochet de la petite valve. Angle apical de 85° . Les arêtes cardinales se joignent aux arêtes latérales, en formant un angle arrondi un peu au-dessous du milieu de la longueur totale de la coquille. Les arêtes latérales, fortement sinueuses, se réunissent au front plus ou moins relevé sur la valve ventrale. Sinus large et profond, remontant jusqu'à la pointe du crochet, et limité de chaque côté par un pli saillant, large, arrondi et continu. Deux autres plis de même largeur, situés sur les côtés et partant aussi du crochet, viennent aboutir, en s'atténuant, à l'angle que font les arêtes cardinales et latérales, laissant, entre eux et les plis qui bordent le sinus, une dépression de même largeur. La surface entière de la valve est ainsi divisée en cinq parties concaves à peu près égales, séparées par quatre plis arrondis de même grosseur. Valve ventrale munie d'un crochet petit, engagé dans une échancrure de l'autre valve. Bourrelet saillant, divisé par un sillon médian assez large, mais toujours moins profond que le sinus. Les dépressions latérales qui limitent le bourrelet sont larges et profondes, et bordées par deux plis latéraux correspondant à ceux de la valve dorsale, et s'atténuant aussi vers le bord.

Longueur 32 millimètres, largeur 29, épaisseur 16.

Dans un certain nombre d'individus, les plis latéraux, de même que les sillons de la valve dorsale, tendent à disparaître complètement vers les bords, et, le sinus restant toujours aussi profond, la valve ne paraît plus être alors divisée qu'en deux parties égales. Dans d'autres, le sillon du bourrelet ventral devient aussi large et aussi profond que les dépressions latérales, et cette même valve se trouve divisée en cinq parties concaves, égales, comme on l'a vu pour la valve dorsale. Un caractère remarquable de cette espèce, c'est que les plis sont toujours saillants dans la moitié supérieure des valves et jusqu'à la pointe des crochets, tandis qu'ils s'atténuent vers les bords et disparaissent même tout-à-fait avant de les atteindre. Certains individus sont plus allongés et d'autres plus larges que celui que nous avons fait figurer.

Cette Térébratule diffère de la *T. Campomanesii* par sa forme

générale plus allongée, par ses plis et ses sillons beaucoup plus prononcés, par ses stries plus fines, plus serrées et plus constamment égales à tous les âges; enfin par le caractère même des plis que nous avons signalés en dernier lieu. Elle se distingue de la *T. undata* Defr., qui se trouve à Néhou (Manche), par son bourrelet divisé au lieu d'être simple, par ses deux sillons et par les deux plis latéraux de la valve dorsale qui manquent dans la coquille du Cotentin.

Se trouve avec les précédentes, particulièrement à Ferrones.

Terebratula Ezquerria, nov. sp. Pl. XIV, fig. 5, *a*, *b*, *c*, *d*.

Coquille heptagone, transverse, déprimée, à contours anguleux et lobés, à bords tranchants. Valves également profondes, couvertes de stries nombreuses, filiformes, transverses, régulières, équidistantes et un peu lamelleuses vers la charnière; valve dorsale munie d'un crochet petit, peu saillant, sans *deltidium ni area*, et percé d'un trou rond qui touche le crochet de l'autre valve; angle apical de 126° ; bord cardinal faiblement arqué; arêtes cardinales brisées; arêtes latérales concaves; front profondément échancré dans toute sa largeur; sinus profond se continuant jusqu'à la pointe du crochet et limité par deux côtes saillantes, arrondies et d'égale largeur dans toute leur étendue. Deux autres côtes semblables, partant aussi du crochet, divergent en faisant entre elles un angle de 102° ; elles se continuent jusqu'au bord où elles déterminent deux angles saillants à la jonction des arêtes cardinales et latérales, qui font entre elles un angle de 80° . Valve ventrale munie d'un crochet fort petit. Bourrelet divisé par un sillon médian, profond, aussi large que le sinus et limité par deux côtes qui se prolongent jusqu'au crochet. Deux autres côtes semblables, partant aussi du crochet en divergeant, viennent aboutir aux angles latéraux comme celles de la valve dorsale. La surface des valves est ainsi divisée en cinq parties, concaves, inégales, mais placées symétriquement des deux côtés de l'axe de la coquille, et qui se correspondent sur les deux valves. Dans le sinus, comme dans le sillon du bourrelet, les stries sont arquées en présentant leur concavité vers le front; dans les dépressions latérales, elles sont droites ou faiblement arquées dans le même sens, mais à partir des côtes latérales, elles remontent droit vers la charnière; lorsqu'elles passent sur les côtes, ces stries s'infléchissent au contraire vers les bords, et leur concavité est tournée vers les crochets.

Longueur 18 millim. , largeur 28 , épaisseur 9.

L'individu que nous avons fait représenter paraît être la forme la plus générale , mais il y en a qui sont plus renflés dans le sens de la largeur. Nous distinguerons, à titre de variété, une coquille plus longue, moins transverse, plus déprimée et dont les stries semblent être plus fines, plus serrées et plus lamelleuses. La *T. Ezquerria* nous semble d'ailleurs trop différente des précédentes pour qu'il soit nécessaire d'en faire ressortir les caractères.

Cette *Térébratule* provient de Pordetas de la Pena, entre Ferrones et Boniellas (Asturies), où elle est très abondante; nous l'avons recueillie aussi à Néhou (Manche), dans des couches probablement du même âge, et où elle constitue des variétés assez distinctes.

Terebratula Hispanica, nov. sp. Pl. XIV, fig. 6, a, b, c.

Spirifera phalæna ? phil. palæoz foss. pl. XXVIII, fig. 123.

— *hirudo* ? id. ibid. fig. 122.

Coquille ailée, très transverse. Valves également déprimées, à bords tranchants, couvertes de stries fines, concentriques, ondulées, plus ou moins lamelleuses, également espacées et parallèles. Crochet de la valve dorsale petit et à peine recourbé; ouverture ronde et touchant le crochet de l'autre valve, point d'*area* ni de *deltidium*; angle apical de 150 à 155°; charnière droite; arêtes cardinales presque nulles ou se confondant avec la charnière; arêtes latérales formant avec celle-ci un angle arrondi qui varie de 20 à 35° suivant l'âge; sinus médian profond, limité par deux côtes arrondies, larges, qui remontent jusqu'au crochet; front très échancré. La valve ventrale, dont le crochet vient affleurer sur le bord cardinal, présente, au lieu d'un bourrelet, un sinus médian presque aussi profond que celui de l'autre valve, et bordé de même par deux côtes larges et arrondies qui remontent jusqu'au crochet.

Longueur 22 millim. , largeur 55, épaisseur 11.

Variété A, fig. 7, a, b. Coquille plus grande et plus transverse encore que la précédente, de forme solénoïde; valves plus renflées et atténuées à leurs extrémités, stries plus fines, plus serrées, plus nombreuses, mais moins régulières. Longueur 22 millim. , largeur 82, épaisseur 16.

Une coquille figurée par M. Phillips sous le nom de *Spirifer phalæna*, dans son ouvrage sur les fossiles paléozoïques du Cornouailles et du Devonshire, paraît se rapprocher beaucoup de la

Terebratula Hispanica; mais cette figure est trop incomplète pour nous prononcer à cet égard avec quelque certitude. Il en est de même des moules représentés fig. 122 du même ouvrage, sous le nom de *Spirifer hirudo*, et qui pourraient peut-être appartenir à notre variété A.

Cette Térébratule, la plus transverse que l'on connaisse, présente exactement la forme de certains spirifères ailés; mais sa charnière a tous les caractères auxquels on reconnaît les Térébratules du groupe des *concentricæ*. Le sillon qui divise le bourrelet, variable dans sa profondeur, est quelquefois presque aussi prononcé que le sinus de la valve dorsale, en sorte que le front et les côtés sont à peu près dans un même plan, comme dans le groupe des *cinctæ*. Ces deux caractères sont propres aux Térébratules et démontrent que pour les séparer des *Spirifer* il ne faut point attacher d'importance à la forme de la coquille, plus ou moins dilatée dans un sens ou dans l'autre, mais seulement à celle de l'ouverture, qui est indépendante de ces changements.

Cette espèce se trouve à Ferrones.

Terebratula Toreno, nov. sp. Pl. XIV, fig. 8, a, b, c d.

Coquille sub-pentagonale, plus ou moins allongée. Valves également profondes, à bords tranchants, et renflées vers les crochets. Valve inférieure munie d'un crochet pointu, peu recourbé, terminé par une ouverture ronde qui s'appuie sur l'autre valve. Angle apical de 80° , arêtes cardinales obliques, se joignant aux arêtes latérales, par une courbe régulièrement arrondie. Front large, tranchant, très légèrement infléchi au milieu, sinus peu profond se prolongeant jusqu'au crochet et se confondant presque avec les côtés, les plis qui le bordent étant à peine visibles. Le sinus est occupé dans toute sa largeur par des stries rayonnant du crochet. Ces stries sont en nombre variable de 12 à 24, fines, inégales, peu régulières, quelquefois bifurquées. Sur les côtés de la valve, deux plis obsolètes, partant du crochet, aboutissent à l'angle arrondi que forment par leur réunion les arêtes cardinales et latérales. Toute la surface présente, comme dans d'autres espèces, une disposition finement chagrinée ou rugueuse, qui tient à la structure même du test, et qu'on retrouve sur chacune des lames superposées dont il se compose. Des stries d'accroissement concentriques, inégalement espacées et plus ou moins prononcées, se voient çà et là depuis le crochet jusqu'au bord. Quelquefois elles deviennent très fines et régulières, comme dans quelques

unes des espèces précédentes. Valve ventrale renflée vers le crochet et déprimée vers les bords. Le bourrelet est remplacé par un sinus plat qui s'étend du crochet jusqu'au front, et qui est occupé par des stries semblables à celles du sinus dorsal. Les plis latéraux obsolètes, les stries d'accroissement et la ponctuation du test sont semblables à ce qui a été dit pour la valve dorsale.

Longueur 25 millim., largeur 20, épaisseur 12.

Quelques individus plus allongés sont aussi plus renflés; les bords sont alors moins tranchants, et les crochets sont plus pointus. Il y en a dont la forme rappelle certaines variétés de la *T. hastata*.

Variété A, fig. 9. Cette coquille, déprimée, anguleuse, à contours lobés, paraît résulter, comme dans les espèces précédentes, du développement plus prononcé des plis qui n'existent qu'à l'état rudimentaire dans le type de l'espèce. Chaque valve porte quatre plis rayonnants, qui divisent la surface en cinq parties à peu près égales, dont les trois du milieu sont concaves. Ces dernières se correspondent de chaque côté de la coquille et produisent sur le bord trois échancrures profondes, qui représentent les arêtes latérales et le front.

La *T. Toreno* pourrait encore se rattacher aux espèces que nous venons de décrire, par l'absence de *deltidium* et d'*area*, par un sinus sur chaque valve, par l'existence de quatre plis ou côtes plus ou moins prononcées, et par des stries concentriques, souvent, à la vérité, obsolètes et peu régulières. Les stries longitudinales sur la région médiane sont d'ailleurs un caractère qui jusqu'à présent ne s'est rencontré dans aucune autre espèce, et qu'il est plus remarquable encore de trouver associé à une ouverture privée de *deltidium*, si fréquente dans les Térébratules à stries concentriques, et très rare, au contraire, dans celles qui ont des stries longitudinales.

Elle a été trouvée dans le Cerro de los Palacios, entre Belmes et Espial (Sierra Morena).

Terebratula Oliviani, nov. sp. Pl. XIV, fig. 10, a, b, c, d.

Coquille elliptique. Valves inégalement profondes, couvertes de stries rayonnantes au nombre d'environ quatre-vingts, fines, très régulières, se continuant sans interruption ni bifurcation de la pointe du crochet jusqu'au bord. Valve dorsale régulièrement courbée en voûte et terminée par un crochet arrondi, petit, peu saillant quoique assez recourbé. Ouverture ronde, touchant l'autre

valve et perpendiculaire au bord cardinal. Angle apical de 95° . Arêtes cardinales se confondant par une courbe elliptique régulière avec les arêtes latérales et le front, de manière à former un bord continu et symétrique avec une inflexion à peine sensible sur le front. Valve ventrale de moitié moins profonde que la valve dorsale, crochet très peu saillant.

Longueur 23 millim., largeur 20, épaisseur 12.

Cette Térébratule se distingue des espèces finement striées, telles que certaines variétés de la *T. reticularis* (*prisca*), par ses stries non dichotomes, et d'autres espèces voisines, par sa valve dorsale plus profonde que la valve ventrale. Ce caractère la rapprocherait de la *T. Alinensis* de Vern., qui provient des calcaires dévoniens de l'Oural, mais dont les stries sont dichotomes et dont le crochet est moins recourbé que dans l'espèce des Asturies.

La *T. Oliviani* a été trouvée dans les calcaires argileux de Ferrones.

Terebratula Adrieni, nov. sp. Pl. XIV, fig. 10, a, b, c, d.

Coquille sub-orbiculaire, un peu déprimée. Valves presque également profondes. Valve dorsale munie d'un crochet proéminent, arrondi, recourbé presque à angle droit et percé à son extrémité d'un trou rond, qui s'appuie sur un *deltidium* large formé de deux pièces. *Area* concave, s'élevant au tiers inférieur de l'ouverture. Surface occupée par 17 à 20 plis rayonnants, séparés par des intervalles égaux et profonds. Ces plis, sans se bifurquer, remontent jusqu'à la pointe du crochet, et occupent les deux tiers du pourtour de l'ouverture. Angle apical de 80° . Arêtes cardinales se réunissant aux arêtes latérales par une courbe arrondie qui se continue sur le front. Sinus à peine indiqué par une dépression médiane, occupée par cinq plis. Valve ventrale un peu moins profonde que la valve dorsale. Crochet petit. Surface couverte de 17 à 19 plis rayonnants, semblables à ceux de l'autre valve. Le bourrelet, aussi peu prononcé que le sinus, en comprend cinq au milieu.

Longueur 20 millim., largeur 18, épaisseur 12.

On trouve des individus plus larges, plus déprimés, dont le crochet est moins renflé, et qui offrent une certaine ressemblance avec la *T. lacunosa* Murch. Mais cette dernière a toujours le sinus et le bourrelet plus prononcés, les côtés plus élargis, le crochet plus petit et sans *deltidium*. La *T. Adrieni* diffère de la

T. prominula, C. Roem. (*Rhein. Ueb.*, pl. V, fig. 3), par sa forme générale suborbiculaire au lieu d'être ovale allongée, par son crochet plus renflé et plus recourbé, par son area moins élevée, que limite seulement le premier pli de chaque côté, tandis que dans la *T. prominula* l'area est nettement séparée du dos par une strie enfoncée.

La *T. Adrieni* se trouve dans les couches des environs de Ferrières. Nous la connaissons également dans les calcaires dévonien de l'Eifel.

Spirifer Pellico, nov. sp. Pl. XV, fig. 1, a, b, c, d.

Coquille ailée, très transverse et un peu déprimée. Valves également profondes. Valve dorsale munie d'un crochet petit, pointu à l'extrémité et touchant le bord supérieur de l'area. Area très longue, concave, à bords presque parallèles; deltidium très surbaissé, composé d'une lame étroite, striée obliquement, pliée en forme de toit, arrondie en dessus, flexueuse en dessous, et faisant sur l'area une saillie plus ou moins prononcée. Deux petits tubercules situés au sommet touchent la pointe du crochet. Ouverture triangulaire très surbaissée, s'appuyant sur la ligne cardinale; angle apical presque égal à deux droits; arêtes cardinales formant avec les arêtes latérales un angle qui varie de 30 à 35°; front anguleux, occupé par un pli profond, qui correspond au sinus. Celui-ci est large et remonte jusqu'à la pointe du crochet. Au fond on remarque un pli arrondi qui le suit dans toute son étendue, et sur les côtés deux autres plis obsolètes. On compte, de chaque côté du sinus, 15 à 17 plis rayonnants, séparés par des intervalles égaux et qui sont d'autant moins saillants qu'ils s'éloignent davantage du sinus vers les extrémités latérales. En se rapprochant du crochet et du sinus, l'angle saillant du pli est occupé par un petit bourrelet arrondi, lisse, qui disparaît en descendant vers le bord. Toute la surface de la valve est, en outre, couverte de stries transverses, concentriques, très fines, très serrées et ondulées en passant sur les plis et dans les sillons. Vues à la loupe, elles paraissent très finement granuleuses, par suite de la structure du test qui est comme chagrinée. Valve ventrale terminée par un crochet petit, recourbé, faisant à peine saillie sur le bord cardinal; bourrelet formé par un seul pli aigu très prononcé, partant du crochet et se prolongeant en forme de toit jusqu'à l'angle inférieur du sinus. On compte 17 à 18 plis



J. Deligne del

Imp Lemerrier, Par.

1 *S. rufus* Pellico n. sp.
2 *id.* var.
3 *S. lobatus* n. sp.

5 *id.* inter de la valve dorsale
6 *S. Cabanillus* n. sp.
7 *Pentremite Murchisoni* n. sp.

10 *Pentremite Paulseni* n. sp.
11 *id.* magnitudinis m. 50
12 *P. Schultzei* n. sp.



rayonnants de chaque côté, semblables à ceux de la valve dorsale et traversés de même par des stries concentriques, fines et serrées.

Les plus grands individus ont : longueur 33 millim. , largeur 80 , épaisseur 22.

Variété A, fig. 2, *a, b*. Cette variété est moins déprimée que le type de l'espèce ; les valves sont plus renflées dans le sens de la largeur, et la coquille devient subfusiforme ; sa largeur restant la même, sa longueur est proportionnellement moindre et son épaisseur plus considérable.

Le *S. Pellico* rappelle, par sa forme, plusieurs espèces déjà connues, telles que le *S. Bouchardi* Murch. (*Bulletin de la Soc. géol.*, t. XI, pl. II, fig. 4), qui porte au fond du sinus un petit pli, semblable à celui que nous venons d'indiquer ; mais la coquille est beaucoup moins grande, ses stries écailleuses sont plus prononcées, et le petit sillon qui divise le bourrelet manque dans le *S. Pellico*. Le *S. speciosus* de l'Eifel a le sinus entièrement lisse et les plis latéraux arrondis, moins nombreux, plus larges que les intervalles qui les séparent. Les *S. macropterus* et *micropterus* Gold., ne se trouvant généralement qu'à l'état d'empreintes plus ou moins imparfaites, sont des espèces trop mal connues, pour qu'on puisse leur assimiler avec certitude des coquilles de pays éloignés. Le *Sp. extensus* Sow. (*Trans. geol. Soc.*, vol. V, pl. LIV, fig. 11) offre 7 sillons sur le bourrelet et 27 plis de chaque côté. La figure ne représente d'ailleurs qu'un moule imparfait et mal caractérisé ; enfin, le *S. convolutus* Phil. (de Kon., pl. XVII, fig. 2) s'en rapproche également par sa forme générale, mais présente six plis dans le sinus et sur le bourrelet, et manque de deltidium, ainsi que des stries transverses, concentriques, si constantes dans le *S. Pellico*.

Se trouve très fréquemment dans les couches de Ferroues.

Spirifer Cabedanus, nov. sp. Pl. XV, fig. 3, *a, b, c, d*.

Coquille subglobuleuse et un peu transverse. Valve dorsale deux fois plus profonde que la valve ventrale. Crochet renflé, proéminent, recourbé et pointu au sommet ; area triangulaire plus ou moins élevée ; ouverture triangulaire, large, entièrement libre, bordée de deux lames linéaires, du crochet à la charnière. Angle apical de 120°. Arêtes cardinales formant, avec les arêtes latérales, un angle presque droit. Ces dernières se recourbent en dessous, en décrivant un quart de cercle. Sinus profond, divisé

par un pli médian arrondi, qui remonte jusqu'à la pointe du crochet. De chaque côté du sinus, on compte douze plis rayonnants arrondis, séparés par des sillons profonds, dont la largeur est égale à celle des plis. Valve ventrale semi-circulaire; crochet petit, faisant à peine saillie sur le bord cardinal; area très étroite, très surbaissée, ayant une ouverture triangulaire très basse, dont les côtés joignent sur la ligne cardinale ceux de l'ouverture dorsale; bourrelet divisé en deux par un sillon profond, qui remonte jusqu'au crochet; douze plis rayonnants de chaque côté, semblables à ceux de l'autre valve, sont séparés de même par des sillons égaux et profonds.

Longueur 21 millim., largeur 30, épaisseur 17.

Cette espèce est principalement caractérisée par un sillon sur le bourrelet et un pli dans le sinus, l'un et l'autre aussi prononcés que les sillons et les plis qui ornent la surface du reste de la coquille, tandis que dans les autres spirifères, qui offrent également un sillon et un pli médian, ils sont toujours comparativement très faibles.

Se trouve dans les calcaires de Ferrones.

Spirifer heteroclitus, var. A. Pl. XV, fig. 4, a, b, c, d.

Calceola heteroclita, Deffr.; de Blainv., malac., pl. L, f. 3; *sp. heteroclitus* de Buch, über Delth., p. 46; Roemer, Rhein Ueberg., p. 70; de Kon., Foss. de Belg., p. 239, pl. XV bis, f. 2.

Cette variété, que l'on devrait peut-être distinguer comme espèce, diffère de la coquille qui est si répandue dans les calcaires de l'Eifel par sa forme moins arrondie, par ses valves moins profondes, par des sillons et des plis plus prononcés, plus nombreux et plus réguliers. L'area n'est d'ailleurs pas moins variable dans sa hauteur. Le crochet est tantôt droit et dans l'axe de la coquille, tantôt incliné à droite, à gauche ou recourbé en avant. Nous aurions peut-être rapproché cette variété du *S. subconicus*, Sow. (*Trans. geol. Soc.*, vol. VI, pl. LVII, f. 10) et Phil. (*Palæoz. foss.*, pl. XXIX, f. 126) non Mart (1), si les descriptions et les figures laissaient moins à désirer. Quoi qu'il en soit, elle diffère beaucoup plus encore de l'espèce carbonifère, que M. de Koninck a réunie

(1) Par ses dimensions, le nombre de ses plis, et surtout par son ouverture large, toujours libre et dépourvue de lame médiane, le *S. subconicus* (Martin) diffère entièrement de l'espèce que MM. J. Sow. et Phill. lui ont assimilée.

au *Sp. heteroclitus*, et qui n'a que trois plis au plus de chaque côté du bourrelet. Nous sommes donc portés à penser que ces trois variétés sont des espèces distinctes. On trouve aussi à Ferques, près de Boulogne, une quatrième variété à laquelle M. Bouchard a donné dans sa collection le nom de *S. Demarlti*.

Toutes ces variétés ou espèces ont d'ailleurs un caractère commun fort important, c'est que les deux lamelles divergentes qui dans les Spirifères forment les parois de la fente triangulaire et séparent la cavité centrale des cavités latérales, sont ici convergentes et se réunissent sur la ligne médiane non loin de leur point de départ, comme le représente la fig. 5. Elles constituent alors une cloison qui partage les valves en deux parties égales.

Cette disposition, qui rappelle celle des Pentamères, se rencontre aussi dans des coquilles qui par tous les autres caractères appartiennent, soit aux Térébratules, comme les *T. Schlotheimi* de Buch. et *superstes* de Vern., soit aux *Orthis*, comme les *O. adscendens* Eichw., et *plana* Pand., et c'est ce motif qui nous a empêchés de les réunir aux Pentamères. Dans ces diverses espèces, la valve ventrale ne paraît pas d'ailleurs offrir l'organisation qu'elle a dans les Pentamères, et nous n'y avons point découvert les lames internes qui, en s'unissant à celles de la valve dorsale, divisent toute la coquille en trois compartiments. La cavité centrale, qui, dans les Pentamères, a une certaine profondeur, est ici très limitée et se borne à un canal étroit, situé sous la fente triangulaire qui divise l'area. Cette fente est plus longue et plus étroite que dans la plupart des autres Spirifères. Elle est toujours fermée inférieurement par un *deltidium* et plus ordinairement ouverte au sommet. Cette ouverture, qui n'est probablement due qu'à une fracture résultant du peu de solidité du *deltidium* dans le jeune âge, présente quelquefois cependant une forme régulièrement arrondie par le bas, et laisse voir au centre le prolongement de la petite lame médiane dont nous venons de parler.

Le *S. heteroclitus* a été recueilli dans les calcaires argileux de Ferrones; c'est une espèce en général très caractéristique du système dévonien en Europe. Une variété ou plutôt une espèce se trouve, comme nous avons dit, dans le calcaire carbonifère de Belgique.

Spirifer Cabanillas, nov. sp. Pl. XV, fig. 6, a, b, c, d.

Coquille subglobuleuse, à contours très arrondis. Valve dorsale beaucoup plus profonde que la valve ventrale; crochet renflé,

très recourbé, pointu au sommet; area concave, arquée, triangulaire, élevée, à surface treillissée par des stries perpendiculaires et transverses; ouverture grande, bordée de chaque côté par une lame plus élevée, tranchante et un peu courbe; angle apical de 95° ; arêtes cardinales s'unissant par une courbe semi-circulaire aux arêtes latérales qui se continuent régulièrement jusqu'au front. Celui-ci est arqué et correspond au sinus, qui est large, assez profond, arrondi, se prolonge jusqu'à la pointe du crochet et présente dans quelques individus un pli obsolète au milieu. On compte de chaque côté du sinus quatre ou cinq plis larges et arrondis, séparés par des sillons peu profonds qui s'atténuent vers la charnière. Valve ventrale formant les trois quarts d'un cercle tronqué par la charnière; crochet peu renflé, mais assez élevé pour donner lieu à une petite area surbaissée bien définie avec une large ouverture au milieu, et dont les côtés joignent ceux de l'ouverture dorsale sur la ligne cardinale; bourrelet arrondi, s'élargissant rapidement vers le front par la courbure brusque des sillons latéraux, et quelquefois divisé par une strie médiane peu prononcée; quatre ou cinq plis arrondis sur les côtés, séparés par des sillons égaux peu profonds, s'affaiblissant en s'éloignant du bourrelet. Des stries concentriques d'accroissement, fines et serrées, présentent parfois une certaine régularité. La surface du test, lorsqu'elle est intacte, est couverte de très petites aspérités arrondies à la base, pointues au sommet, et très différentes de celles que nous avons signalées dans le *S. Pellico*, la *Terebratula Toreno*, etc.

Longueur 22 millim., largeur 20, épaisseur 14.

Cette espèce, qui rappelle au premier abord le *S. verrucosus* Ziet. du lias, s'en distingue très bien par sa double area, par son crochet moins élevé, par son ouverture plus large et par la forme générale de la valve ventrale, subobriculaire au lieu d'être tronquée carrément. Le *S. strigoplocus* Vern., du système dévonien de l'Oural (1), diffère du *S. Cabanillas* par les stries microscopiques longitudinales qui couvrent les plis et par ses dimensions un peu moindres. Quant aux *S. sexradialis* et *insculpta* Phil., le premier a l'area plus étroite, des plis moins nombreux, et le second des stries lamelleuses transverses.

Le *S. Cabanillas* se trouve avec les précédents à Ferrones et à Pelapaya.

(1) *Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural*, vol. II, pl. IV, f. 2.

Leptæna Murchisoni, var. A. Pl. XV, fig. 7, a, b, c.

Orthis Murchisoni, d'Arch. et de Vern., 1842, *Transact. geol. Soc. Lond.*, vol. VI, p. 371, pl. XXXVI, f. 2.

Coquille semi-orbulaire, fortement géniculée. Valve dorsale très convexe et dont la courbure, presque à angle droit avec le crochet, commence vers le milieu de la longueur; crochet petit, ne dépassant pas le bord supérieur de l'area; celle-ci est étroite, à bords parallèles et couverte de stries verticales pectinées; charnière droite, égale à la plus grande largeur de la coquille; ouverture très étroite et fermée par un deltidium de même forme; surface de la valve couverte de quatorze à dix-sept plis élevés, anguleux, tranchants, quelquefois égaux, mais plus souvent subdivisés, vers le commencement de la courbure ou même plus haut, en plusieurs autres plis fasciculés et couverts eux-mêmes de stries longitudinales très fines, nombreuses, dont quelques unes remontent jusqu'au crochet. Valve ventrale concave et ne laissant entre elle et l'autre valve qu'un espace très étroit; elle est couverte de plis, de sillons et de stries semblables à ceux de la valve dorsale.

Longueur 31 millim., largeur 44, épaisseur 9.

Bien que nous regardions cette coquille comme une variété de celle que nous avons décrite et figurée dans notre mémoire sur les fossiles des terrains anciens des bords du Rhin, et qui n'était d'ailleurs qu'à l'état d'empreinte, nous ne nous dissimulons pas qu'elle en diffère par son contour plus semi-circulaire et par conséquent moins allongé, par la longueur de la charnière, qui est égale à la plus grande largeur de la coquille, tandis que dans l'empreinte de Siegen la charnière est proportionnellement plus longue; enfin, parce que les plis sont plus anguleux, plus profondément divisés, et que la coquille est plus fortement et plus largement repliée en dessous ou géniculée.

Lorsque nous décrivîmes cette espèce pour la première fois, nous ne connaissions que l'empreinte de sa valve ventrale, dans laquelle les larges côtes striées représentent les sillons. Nous n'avions point non plus séparé alors les *Orthis* des *Leptæna*, par le caractère de la forme de la valve ventrale; c'est pourquoi nous l'avions placée parmi les *Orthis*, d'où nous la retirons aujourd'hui.

Dans les calcaires dévonien de Ferrones. Nous la connaissons aussi dans la grauwacke de Siegen et de Daleiden sur les bords du Rhin, et sur divers points de la Bretagne et de la Normandie, tels que la rade de Brest, Izé près de Vitré, et Néhou, département de la Manche.

Leptæna Dutertrii, var. A. Pl. XV, fig. 8, a, b, c, d.

Orthis Dutertrii, Murch., 1839-1840, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, t. XI, p. 253, pl. II, f. 6.

Leptæna id., de Vern., 1845, *Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural*, t. II, p. 225, pl. XIV, f. 2.

Dans cette variété, la taille de la coquille est généralement moindre que dans le type de l'espèce. Les stries sont presque toutes égales un peu au-delà de leur bifurcation, tandis que dans la coquille qui a déjà été décrite on remarque, de distance en distance, des stries plus saillantes, et entre lesquelles se trouvent insérées les autres qui sont moins prononcées. Dans une série d'individus recueillis à Ferques, aux environs de Boulogne, on peut observer des passages graduels à la disposition que nous offrent les individus provenant des Asturies; pour tous les autres caractères, l'identité de ces derniers avec le *L. Dutertrii* est complète.

Se trouve dans les couches de Ferrones et de Pelapaya (Asturies). Elle a été trouvée également dans des couches dévoniennes de l'O. de la France, de la Belgique et du centre de la Russie, avec quelques modifications qui peuvent être le résultat des circonstances de climat et de lieu.

Orthis orbicularis. Pl. XV, fig. 9, a, b, c, d.

Orthis orbicularis, J. Sow., 1839, *Murch. sil. syst.*, p. 611, pl. V, f. 16.

Cette espèce appartient au groupe que nous avons désigné ailleurs sous le nom de *Arcuato-striatæ*, parce que les stries, en quittant le crochet, se recourbent en arrière jusque sur le bord cardinal; quoique voisine de l'*O. hybrida* et de l'*O. lunata*, elle s'en distingue par l'inégalité des valves, qui, dans ces deux espèces, sont presque également convexes. Par l'aplatissement de la valve ventrale, elle se rapproche des *O. elegantula* et *basalis*, mais sa valve dorsale est moins gibbeuse, le crochet moins proéminent et moins recourbé.

Ce n'est qu'avec doute que nous réunissons cette coquille à l'*O. orbicularis*, le seul échantillon que nous possédions de cette espèce ne montrant pas sur le front la courbure prononcée qu'on remarque ici, et dont la convexité est tournée vers la valve dorsale. Cependant M. J. Sowerby ayant indiqué dans sa description un sillon médian sur la valve ventrale, pareil à celui qui existe dans tous nos échantillons d'Espagne, il est probable que ce sillon

devait produire la même courbure sur la valve opposée. L'intérieur de la valve ventrale, fig. 9, *c*, rappelle celui des *O. elegantula* et *hybrida*, excepté que le bouton tripartite médian est ici plus prononcé. C'est ce bouton qui vient fermer la fente triangulaire de la valve dorsale lorsque les valves sont réunies.

Se trouve dans les calcaires argileux de Ferrones et de Pelapaya (Asturies). L'*O. orbicularis*, à laquelle nous la rapportons provisoirement, n'a encore été signalée qu'en Angleterre, dans l'étage silurien de Ludlow.

Pentremites Pailletti. Pl. XV, fig. 10, *a*, *b*; 11, *a*, *b*.

Pentremites Pailletti, de Vern., *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2^e sér., t. I, p. 213, pl. 3.

Nous avons fait de nouveau figurer cette espèce pour compléter les caractères qui n'avaient pu être qu'imparfaitement indiqués dans notre premier dessin faute de bons échantillons. La fig. 10 montre sur les côtés des pièces supérieures des stries très fines, verticales ou parallèles aux bords. Les stries du milieu sont disposées en chevrons ouverts par en haut et dont la ligne des sommets correspond à l'angle inférieur de chaque pièce. La jonction des stries verticales avec les stries obliques se fait suivant deux arêtes obsolètes qui se réunissent à l'angle saillant supérieur.

La fig. 11, *a* fait voir la disposition des cinq ambulacres péta-loïdes, rayonnants, égaux, symétriques et allongés. Chaque ambulacre est divisé dans sa longueur en deux parties égales par un sillon médian, et les deux parties sont composées de dix-huit articulations transverses, s'anastomosant dans le sillon par une série d'angles alternativement saillants et rentrants. Vers le centre de l'étoile, chaque branche se joint à celle qui lui est contiguë, par un pli ou pincement relevé, contre lequel s'appuie la première articulation de chaque rayon. Au centre même, qui correspond à l'axe du *Pentremite*, se trouve un vide stelliforme dont les pointes correspondent au sillon médian de chaque ambulacre. Ces derniers sont assez profondément enfoncés dans chacune des cinq pièces supérieures, aux angles saillants desquelles ils correspondent.

Se trouve à Ferrones, où il est très abondant.

Pentremites Schultzii, nov. sp. Pl. XV, fig. 12, *a*, *b*; 13, *a*, *b*.

Corps claviforme. Tige grêle, subcylindrique, supportant 3 pièces basales pentagones, striées en chevrons et surmontées elles-

mêmes de cinq pièces supérieures en forme d'hexagones allongés et irréguliers. L'angle inférieur de ces dernières correspond à l'angle rentrant de deux pièces basales contiguës, et le supérieur forme une saillie extérieure vers le haut. Les pièces supérieures sont striées comme dans l'espèce précédente, et la disposition des stries est absolument la même. La réunion de ces pièces forme au sommet un décagone, dont cinq angles sont saillants et cinq rentrants, et qui est inscrit dans un pentagone très régulier. Cinq ambulacres pétaloïdes larges, à limbe arrondi, et resserrés à la base, ont leur sommet correspondant aux angles du pentagone ou aux angles saillants du décagone, et leurs intervalles correspondent aux côtés du pentagone ou aux angles rentrants du décagone. De chacun de ces derniers part une cloison peu saillante qui, se dirigeant vers le centre, sépare les deux ambulacres contigus. Chaque ambulacre est divisé en deux parties égales par un sillon médian, et les sillons transverses, au nombre de 12 ou de 13, sont un peu flexueux vers les bords.

La tête extrêmement courte de cette petite espèce, la surface supérieure plane et la forme très élargie des ambulacres, suffisent pour la distinguer au premier abord de toutes ses congénères.

Se trouve à Ferrones.

APPENDICE.

L'un de nous ayant introduit dans un ouvrage qui paraîtra en juillet prochain sous le titre de *Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural*, une nouvelle délimitation des genres *Leptæna* et *Orthis*, et ces deux noms ayant été employés ici dans l'acception nouvelle que nous leur avons attribuée, nous croyons utile de donner dès à présent quelques détails à cet égard.

Tous les Brachiopodes à charnière articulée nous paraissent devoir être divisés en deux grandes sections, suivant qu'ils ont la valve ventrale convexe ou concave. La première section comprend les Térébratules, les Strigocéphales, les Pentamères, les Thécidées, les *Spirifer* et les *Orthis*; la seconde, les *Leptæna*, les *Chonetes* et les *Productus*. A ce caractère de la forme de la valve ventrale, qui n'est pas sans importance, si l'on réfléchit à la constance avec laquelle il se présente dans le genre si bien connu des *Productus*, nous en ajoutons un autre tiré de la nature des parois intérieures de la coquille, qui, dans les trois genres de la seconde section, sont couvertes de granulations et de petits tubercules. Ces trois derniers genres se distinguent entre eux de la manière suivante. Les *Leptæna* n'ont de tubes ni à la charnière, ni sur le reste des

valves; les *Chonetes* ont des tubes à la charnière seulement, et les *Productus* en ont sur la surface extérieure de la coquille.

Le point de jonction de nos deux grandes sections se fait précisément entre les *Orthis* et les *Leptæna*, et ces deux genres ne diffèrent guère que parce que, dans le premier, la valve ventrale est convexe, tandis qu'elle est concave dans le second. Les *Leptæna* ont aussi en général une charnière plus étroite, une double fente apicale tout-à-fait lancéolée et fermée par un double deltidium, et une série de petites dents sur toute la longueur du bord cardinal. Pour bien fixer les idées sur les limites de ces deux genres qui se touchent de si près, nous donnons ici le tableau de classification que l'un de nous a proposé dans l'ouvrage mentionné ci-dessus.

CLASSIFICATION DES ORTHIS.

A. Sinuatae.		1. <i>resupinata</i> , Mart.
		2. <i>Id.</i> , var. <i>striatula</i> , Schlot.
B. Non sinuatae.	a² Arcuato-striatae. — L'ouverture triangulaire de l'area est libre.	a³ Uniareae. — Area de la valve ventrale nulle.
		a⁴ Filiariae.
		b³ Biareae. — Area ventrale plus ou moins développée.
		b⁴ Elegantulae.
		3. <i>elegans</i> , Bouchard.
		4. <i>Michellini</i> , Léveillé.
		5. <i>tetragona</i> , Vern.
		6. <i>opercularis</i> , Vern.
		7. <i>elegantula</i> , Dalm.
		8. <i>parva</i> , Pand.
		<i>Id.</i> , var. <i>avellana</i> , Vern.
		9. <i>testudinaria</i> , Dalm.
		10. <i>basalis</i> , Dalm.
		11. <i>lunata</i> , J. Sow.
		12. <i>hybrida</i> , J. Sow.
		13. <i>orbicularis</i> , J. Sow.
	a¹ Striatae.	14. <i>Asmusi</i> , Vern.
		15. <i>Sharpei</i> , Morris.
	b² Recto-striatae. — L'ouverture de l'area est fermée par un deltidium	a⁴ Trois stries secondaires ou plus dans les sillons.
		a³ Uniareae. — Area de la valve ventrale nulle ou rudimentaire.
		b⁴ Une ou deux stries secondaires dans les sillons.
		16. <i>eximia</i> , Eichw.
		17. <i>Olivieriana</i> , Vern.
		18. <i>Wangenheimi</i> , Vern.
		19. <i>pelargonata</i> , Schlot.
		20. <i>crenistris</i> , Phill.
		21. <i>arachnoidea</i> , Phill.
		22. <i>subarachnoidea</i> , d'A et de Vern.
		23. <i>umbraculum</i> , Schlot.
		24. <i>inflexa</i> , Pand.
		25. <i>plana</i> , Pand.
		26. <i>rustica</i> , J. Sow.
		27. <i>Verneuli</i> , Eichw.
		28. <i>anomala</i> , Schlot.
		29. <i>adscendens</i> , Pand. (<i>zonata</i> , Dalm.).
		30. <i>hemipronites</i> , von Buch.
		31. <i>calligramma</i> , Dalm.
		32. <i>Id.</i> var. <i>orthambonites</i> , von Buch.
		33. <i>moneta</i> , Eichw.
		34. <i>extensa</i> , Pand.
		35. <i>semicircularis</i> , Eich.
		36. <i>obtusa</i> , Pand. (<i>cincta</i> , Eichw.)
	b¹ Plicosa.	
	Plis simples.	
	Plis dichotomes	

CLASSIFICATION DES LEPTENA.

A. Reticulatæ.		1. <i>ornata</i> , Eichw.
B. Plicistriatæ.		2. <i>Murchisoni</i> , d'Arch. et de Vern.
		5. <i>Sedgwicki</i> , d'Arch. et de Vern.
C. <i>Striatæ.</i>	a1 Radiatim-striatæ.	4. <i>euglypha</i> , Dalm.
		6. <i>Ouralensis</i> , Vern.
		7. <i>Dutertrii</i> , Murch.
		8. <i>asella</i> , Vern.
		9. <i>alternata</i> , Conrad.
		10. <i>Humboldti</i> , Vern.
	a2 Irregularitè radiatæ.	11. <i>sericea</i> , J. Sow.
		12. <i>transversalis</i> , Dalm.
		13. <i>oblonga</i> , Pand.
		14. <i>lepis</i> , Goldf.
		15. <i>imbrex</i> , Pand.
		16. <i>Id.</i> , variété.
	a3 Productiformes.	17. <i>transversa</i> , Pand.
		18. <i>convexa</i> , Pand.
		19. <i>Fischeri</i> , Vern.
		20. <i>quadrangularis</i> , Stein.
		21. <i>nodulosa</i> , Phill.
		22. <i>depressa</i> , Sow., (<i>rugosa</i> , Dalm.),
	a4 Radiatim-striatæ.	25. <i>analoga</i> , Phill.
		24. <i>distorta</i> , J. Sow.
	b1 Conferitè-striatæ.	
	b2 Regularitè radiatæ.	
	b3 Plus ou moins bombées.	
	b4 Sillons lisses ou striés transversalement.	
	b5 Sillons lisses ou striés transversalement.	
	b6 Tout-à-fait plates.	

M. d'Archiac présente les observations suivantes :

Lorsque nous communiquâmes à la Société, M. de Verneuil et moi, dans la séance du 4 avril 1842, le résumé de nos considérations générales sur la faune du terrain paléozoïque, nous fîmes remarquer, parmi les conclusions auxquelles cette étude nous avait amenés, la proposition suivante : « Si l'on considère au contraire, disions-nous, le développement de l'organisme dans le sens horizontal, géographiquement ou dans l'espace, on reconnaît que les espèces qui se trouvent à la fois sur un grand nombre de points et dans des pays très éloignés les uns des autres, sont presque toujours celles qui ont vécu pendant la formation de plusieurs systèmes successifs. » (*Bull.*, t. XIII, p. 260.)

Cette proposition a été reproduite textuellement dans le mémoire original qui parut l'automne suivant (*Transac. de la Soc. géol. de Londres*, t. VI, p. 335). Comme explication de cette loi de la distribution de certaines espèces, nous disions (page 322), en parlant des Térébratules qui nous avaient présenté cette particularité : « On peut en effet concevoir que les espèces dont l'organisation était assez forte pour avoir vécu pendant plusieurs périodes successives, devaient être aussi celles qui, dans le même temps,

» avaient pu exister et se propager sous les conditions extérieures
» les plus différentes. »

A la réunion de l'association britannique tenue à Cork, au mois d'août 1843, M. Édouard Forbes a lu un mémoire inséré dans le 13^e rapport publié par cette association en 1844, et qui est le résultat de ses observations sur la distribution des animaux marins inférieurs dans la mer Egée. Après un très grand nombre de recherches pendant lesquelles il a fait descendre la drague jusqu'à 1,380 pieds anglais (1,294 pieds-de-roi ou 420 mètres), il a divisé cette hauteur en huit *régions*, caractérisées par des formes généralement distinctes, mais de profondeur très différente, la huitième, par exemple, ou la plus inférieure, étant à elle seule plus profonde que les sept autres ensemble, et le nombre des espèces y étant aussi moindre que dans aucune des régions supérieures.

M. Forbes donne ensuite les détails les plus précis sur l'organisation de ces régions, sur le nombre de genres et d'espèces qui leur sont propres, et sur la proportion relative des espèces communes à deux, trois, quatre ou cinq d'entre elles; puis, comparant la faune des mollusques de la mer Egée à celle de l'Océan Atlantique qui baigne les côtes d'Espagne, de France et d'Angleterre, il trouve que les espèces communes aux deux mers sont principalement celles qui, dans la mer Egée, vivent à la fois dans plusieurs des régions qu'il y a établies. Ainsi, sur 70 espèces qui sont communes à 5 régions, la moitié se retrouve depuis le détroit de Gibraltar jusqu'à la mer d'Allemagne. Sur les espèces communes à 4 régions, $\frac{1}{3}$ vit dans l'Atlantique, et parmi celles qui parcourent moins de 4 régions, on n'en retrouve plus que $\frac{1}{5}$ sur ces mêmes plages occidentales de l'Europe. D'où M. Forbes conclut (page 171 du rapport) *que plus une espèce parcourt de régions verticales, ou, en d'autres termes, plus elle vit à des profondeurs différentes sur le même littoral, plus aussi elle se propage sur de plus grandes étendues en surface.*

Ces résultats, que M. Forbes a déduits de l'examen de la faune actuelle de la mer Egée, quelque intéressants qu'ils soient, ne peuvent cependant être regardés que comme un corollaire de ce que nous avons reconnu pour la faune de transition. Ce savant considère en effet les animaux marins vivant dans le même moment, sous des profondeurs d'eau et dans des circonstances physiques assez différentes, tandis que nous, nous les considérons dans plusieurs périodes successives; mais l'une de ces propositions entraîne nécessairement l'autre; car si, comme nous l'avons dit, les coquilles qui ont pu vivre pendant plusieurs périodes, à cause de

leur organisation plus robuste, devaient être celles qui, toutes choses égales d'ailleurs, avaient pu exister aussi sur des points du globe très éloignés les uns des autres, il s'ensuit que, dans le même temps, ce sont également celles qui vivent sous des circonstances les plus variées, soit en profondeur, soit en étendue géographique.

Dans une note lue à la Société géologique de Londres, au mois de janvier 1844, M. Éd. Forbes, après avoir examiné les fossiles crétacés de Pondichéry, de Verdachellum et de Triconopoly, sur la côte orientale de la presqu'île occidentale de l'Inde, dit encore, au sujet des espèces communes à ces dépôts et à la craie de l'Europe, qu'elles confirment le principe précédent, c'est-à-dire que l'étendue de la distribution géographique des espèces est ordinairement correspondante à l'étendue de leur distribution ou de leur existence dans le temps (*The quart. journ. of the geol. Soc. of London*, n° 1, fév. 1845).

En rappelant ici une opinion que nous avons émise précédemment, notre but n'est point de réclamer une priorité qui n'a aucun intérêt pour la science, mais bien de faire remarquer la concordance des résultats obtenus par des voies si différentes, et cette circonstance assez particulière, que la distribution des espèces dans le sens vertical et horizontal avait été établie pour la faune la plus ancienne du globe avant de l'être pour celle qui vit encore sous nos yeux.

Nous dirons de plus que, d'après M. Forbes (page 175), les espèces qui sont communes à la mer Egée et à l'Atlantique des côtes de France et d'Angleterre, vivent à d'assez grandes profondeurs dans la première de ces mers, et augmentent en nombre à mesure qu'on descend, tandis que dans la seconde elles vivent sur le littoral. Ainsi, les parallèles de latitude vers le N. auraient leurs équivalents dans la profondeur, et de même qu'au-dessus du niveau de la mer les parallèles se trouvent représentés par des altitudes ou des régions botaniques, de même au-dessous de ce niveau ils seraient représentés par des régions distinctes d'animaux marins.

Enfin, ces diverses observations démontrent combien on doit mettre de réserve dans l'étude des dépôts de sédiments que l'on rapproche ou que l'on sépare, suivant qu'ils renferment des fossiles semblables ou différents; car la même couche prise sur deux points éloignés dont les niveaux naturels différeraient entre eux, de 100 mètres par exemple, pourra cependant présenter des associations d'espèces très distinctes. Si, en outre, la distance horizontale

de ces points est assez considérable, si diverses circonstances empêchent de suivre constamment la couche pour apprécier la position première et l'ancien niveau relatif des deux points, on pourra attribuer les différences organiques que l'on observe, soit à des différences dans la profondeur de la nappe d'eau sous laquelle les animaux ont vécu, soit à celles qu'ont pu occasionner les distances horizontales et la latitude. Dans l'un et l'autre cas, ces différences pourraient encore être telles, qu'on regarderait ces deux parties d'une même couche comme appartenant à des époques successives très distinctes.

A l'appui de ces considérations M. Élie de Beaumont rappelle que M. Deshayes avait déjà fait remarquer que les analogues vivants des espèces éocènes se retrouvent en partie dans les mers du Sénégal. Les espèces éocènes encore vivantes se retrouvent dans toutes les mers.

M. d'Archiac ajoute que la détermination de l'âge des couches tertiaires, par la proportion des espèces actuellement vivantes qu'on y trouve, lui paraît soumise à des objections telles qu'elle ne peut être employée que d'une manière très générale, et qu'elle n'est pas susceptible de la précision qu'on a essayé de lui attribuer. D'abord, l'*espèce*, qui est la base de tout le raisonnement, est elle-même mise en question. Les zoologistes les plus distingués sont plus ou moins en désaccord sur la réalité et sur les caractères de l'*espèce*. Tel d'entre eux peut sans doute asseoir son opinion sur des motifs dont nous ne sommes pas juge; mais il serait contraire à toute logique d'admettre comme base, dans une science, un principe emprunté à une autre science, et sur lequel les personnes les plus compétentes ne sont point d'accord.

Mais, en fût-il autrement, continue M. d'Archiac, l'application de ce moyen serait encore très difficile, d'abord parce qu'on ne connaît jamais toutes les espèces du dépôt que l'on considère, ni toutes les espèces vivantes; qu'on ignore également, dans les deux cas, le rapport des fractions aux nombres entiers ou absolus; que ces fractions changent, de part et d'autre, dans des proportions très différentes au fur et à mesure des nouvelles découvertes; et ensuite parce que les faunes tertiaires étant localisées à peu près comme le sont les

faunes actuelles, les coquilles d'un dépôt tertiaire donné ne doivent pas être comparées seulement à la faune actuelle en général, mais en particulier à celle qui vit dans la mer la plus rapprochée du dépôt en question. On doit tenir compte, en outre, de l'épaisseur du dépôt, de la nature de son fond, de sa hauteur absolue et relative, de son inclinaison naturelle, etc., circonstances dont souvent plusieurs ne peuvent plus être appréciées aujourd'hui.

Enfin, les recherches de M. Édouard Forbes montrent à combien de conditions doit répondre ce qu'on a appelé la méthode des nombres proportionnels, pour être réellement applicable; et l'exemple du crag, qui serait un dépôt tertiaire *éocène* pour un zoologiste suisse ou danois, *miocène* pour un zoologiste anglais, et *pliocène* pour un zoologiste français, doit nous prémunir contre un pareil mode de détermination.

M. Virlet dit que M. Agassiz n'admet aucun fossile tertiaire identique avec les espèces actuelles.

M. de Verneuil ajoute que, sur les côtes de Suède et de Norwége, là où la mer est assez profonde, M. le professeur Loven, de Stockholm, a observé parmi les mollusques une distribution verticale correspondant à leur distribution horizontale, suivant les latitudes. Ainsi, entre Gothenbourg et la Norwége, M. Loven a trouvé, à 80 toises de profondeur, des espèces qui, sur la côte du Finmark, habitent à 20 toises; plusieurs espèces s'élèvent même sur cette dernière côte jusqu'à la région littorale, tandis que, dans le sud, elles se tiennent toujours à 12 ou 15 toises au-dessous du niveau de la mer.

M. Élie de Beaumont, revenant sur cette question, dit que si l'opinion de M. Agassiz, relativement aux glaciers, est vraie, il ne sera pas étonnant de voir une grande extinction d'espèces à une pareille époque.

M. Michelin, répondant à M. Élie de Beaumont, annonce que, dans les polypiers fossiles qu'il a examinés des localités de la Superga, de Tortone et d'Asti, il n'en a reconnu qu'un très petit nombre analogue à ceux qui vivent aujourd'hui; que le *Caryophyllia caspitosa*, cité par M. de Collegno à Castel-Arquato, n'est probablement que le *Lithodendron granulosum*

de Goldfuss, et qu'il pense que c'est le grand froid qui a fait sans doute périr presque toutes les espèces de cette époque.

M. Élie de Beaumont fait remarquer, à l'appui de toutes ces observations, que, dans les époques anciennes, les fossiles étaient bien plus ressemblants, soit entre eux, soit dans des pays différents. Or, ceci prouve que la température de la mer était beaucoup plus uniforme qu'aujourd'hui, tant en profondeur qu'en allant de l'équateur aux pôles.

Aujourd'hui, la température à la surface de la mer, à l'équateur, est de $27^{\circ} 1/2$, tandis qu'au fond elle est de 2° . Il n'y a aucune raison de croire à ces différences autrefois. La température du fond de la Méditerranée est de 13° , ce qui est la température des hivers de cette mer dans les temps anciens, où il n'y avait pas de glaces polaires. Le fond de la mer de l'équateur devait être dans un état analogue, ce qui devait conduire à une répartition bien plus uniforme des espèces.

M. Martins ajoute que, dans la mer Glaciale, entre le cap Nord et le Spitzberg, la différence entre la température de la surface et celle du fond s'élève à quelques degrés seulement, même lorsque les profondeurs sont de plusieurs centaines de mètres. Cela tient au mélange des eaux du *Gulf-stream*, qui apportent au cap Nord des graines de *Mimosa scandens*, avec les eaux refroidies par les glaces polaires. Cette faible différence de température a donné lieu à une grave erreur des navigateurs anglais. La pression de la colonne d'eau sur la cuvette du thermomètre compensant et au-delà la faible différence de température, ils ont cru à une augmentation de température avec la profondeur qu'ils expliquaient par la chaleur centrale.

M. Élie de Beaumont dit que la très grande masse de la mer équatoriale est à une température très basse, et seulement d'un petit nombre de degrés au-dessus de zéro.

M. J. Delanoue présente quelques remarques au sujet du passage suivant d'une lettre de M. Becquerel, récemment insérée dans le *Bulletin de la Société* (2^e sér., t. II, p. 222) : « Comme effet de transport dont l'origine électrique ne saurait être mise en doute, c'est ce qui s'est passé quand

les pyrites aurifères de Bérézoff ont perdu leur soufre pour prendre de l'oxygène et de l'eau, sans changer de forme. On voit là l'action d'un courant électrique qui apporte un élément et en enlève un autre. Le contact de l'or et de la pyrite, en présence de l'eau, à la surface du minéral, suffit pour commencer l'action, qui se propage ensuite de proche en proche jusqu'au milieu. »

Je ne pense pas, dit M. J. Delanoue, que les pyrites de Bérézoff, pas plus que toute autre pyrite au maximum de sulfuration, FeS^2 , aient eu (quoi qu'on en dise) une origine plutonique, puisqu'elles se décomposent par la chaleur et n'ont été souvent soumises qu'à de bien faibles pressions. Elles ont donc été formées par voie aqueuse. Or, je ne m'explique pas l'agrégation possible d'un minéral dont le premier élément forme une pile qui devait, non pas attirer, mais décomposer tout autre élément similaire tendant à se grouper avec lui. Et quant à l'épigénie en elle-même, comment l'attribuer à la présence de l'or ou de tout autre corps étranger établissant un courant électrique, lorsque nous voyons si souvent des cristaux de pyrites converties de même, sans altération de formes, en hydrate de sesqui-oxyde de fer?

M. Michelin fait voir les échantillons dont il a parlé à la dernière séance.

Séance du 2 juin 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Le Blanc, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le président proclame membre de la Société :

M. le docteur A. MENGALDO, chevalier de la Couronne de Fer, ancien officier de la garde royale italienne, résidant à Venise (royaume Lombardo-Vénitien), présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville.

Le Président annonce ensuite cinq présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Alcide d'Orbigny, *Paléontologie française : Terrains crétacés*, livraisons 97, 98; *Terrains jurassiques*, livraison 31.

De la part de M. Lortet, *Commission hydrométrique de Lyon*; janvier et février 1845, 2 tableaux, Lyon, 1845.

De la part de M. Michelin, *Documents législatifs relatifs à l'acquisition pour l'École royale des Mines de la collection minéralogique de M. le marquis de Drée*, 4 broch. formant 23 p., Paris, 1845.

De la part de M. Studer, *Aperçu de la structure géologique des Alpes* (extrait des nouvelles excursions de M. Desor), 2^e édit., in-8°, 34 p., 1 pl., Neuchâtel, 1845.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1845, 1^{er} sem., t. XX, n^{os} 20 et 21.

L'Écho du monde savant, 1845, n^{os} 37 à 40.

L'Institut, 1845, n^{os} 595 et 596.

The American Journal of science and arts, by Silliman, vol. XLVII, n^o 2, octobre 1844.

The Athenæum, 1845, n^o 917.

The Mining Journal, 1845, n^o 509.

Correspondenzblatt, etc. (Journal de correspondance de la Société royale d'agriculture de Wurtemberg), nouvelle série, vol. XXVI; année 1844, 2^e vol., 1^{er} cahier.

Boletin oficial de minas de Espana, 1845, n^{os} 21 et 22.

Le Secrétaire, au nom du Trésorier absent, donne lecture de l'état suivant.

État des recettes et dépenses pendant les cinq mois qui viennent de s'écouler.

Il y avait en caisse, au 31 décembre 1844.....	758 fr. 25 c.	
La recette, depuis le 1 ^{er} janvier dernier, s'élève à.	9,646	30
Total.....	10,404	55
La dépense, depuis le 1 ^{er} janvier, s'élève à.....	8,537	05
Reste en caisse, au 31 mai.....	1,867	50

Dans la recette figure une somme de 2,400 francs pour la rentrée de huit cotisations une fois payées.

Dans la dépense figure une somme de 2,396 fr. pour achat de rentes 5 0/0 sur l'État.

M. Michelin annonce la perte que nous venons de faire de notre confrère M. Huot, et demande la permission de présenter à la Société une courte notice sur sa vie et ses ouvrages.

Le Président exprime les regrets de la Société pour la mort de notre savant collègue.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Stiehler.

Wernigerode am Hartz (Prusse), 22 mai 1845.

Je m'occupe à présent à composer un *Mémoire sur les corps cylindroïdes*, dont nos confrères, MM. d'Hombres-Firmas et Leyermerie, ont parlé, celui-là p. 63 du *Bulletin*, tom. X, celui-ci p. 118, id., et p. 313, tom. III, 2^e partie, des *Mémoires*. Mon savant compatriote, M. Klæden, a nommé ces corps *stylolithes*.

Les stylolithes sont ou *déterminées et parfaites*, s'approchant plus ou moins de la forme cylindrique, ou *indéterminées et imparfaites*, ayant plus ou moins l'apparence d'une planche non rabotée de bois de sapin.

D'après les échantillons recueillis en partie par moi, en partie par d'autres, ces corps énigmatiques se trouvent :

I. Dans les terrains secondaires :

- a. Dans la formation de la craie ;
- b. Dans la formation du Jura ;
- c. Dans la formation du lias ;
- d. Dans le groupe du trias ALBERTI ;
 - aa. Dans la formation du Keuper ;
 - bb. Dans la formation du muschelkalk ;
 - cc. Dans la formation du Bunte Sandstein
(dans le Roggenstein, le Hornmergel) ;
- e. dans la formation du zechstein, comme Rauchwacke articulée FREIESLEBEN et Stængelkalk HAUSMANN ;

II. *Dans les terrains de transition :*

Dans	{	<i>a.</i> le Thonschiefer ,	}	du Hartz ; par exem-
		<i>b.</i> l'Alaunschiefer ,		ple, à Buchenberg,
		<i>c.</i> le calcaire de transition ,		près de Wernige-
		<i>d.</i> le Blatterstein très chloritique ,		rode ;

III. *Dans les roches plutoniques :*

- a.* Dans le Grunstein du Buchenberg ;
- b.* Dans le Grunstein-Porphyr du Mühlenthal, entre Elbinge-
rode et Rubeland , près de Wernigerode.

Il est digne de remarque que ces corps se trouvent constamment dans les roches et terrains qui se composent de carbonate de chaux joint à plus ou moins de carbonate de magnésie, et pour la plupart à une petite quantité de proto-carbonate de fer et de manganèse; rarement le proto-carbonate de fer tient lieu d'une portion plus grande de carbonate de magnésie.

D'après mes recherches et observations je suis convaincu que ces corps doivent leur origine à la magnésie jointe au carbonate de chaux , et qu'ils sont formés :

Ou par une transformation (métamorphisme) de la matrice, causée par la pénétration de la magnésie introduite comme un élément hétérogène dans l'intérieur de la matrice ;

Ou par l'action de la magnésie comblant les intervalles vides (Kluftflächen) ou les intervalles des couches (Schichtungsflächen) de la matrice ;

Ou par sécrétion de la matière formante, qui sortit de la matrice.

Les carbonates de chaux et de magnésie, en se joignant à peu ou point d'argile, à la silice et au fer, *produisent les stylolithes* ; quand la silice a la prépondérance sur les carbonates de chaux et de magnésie, *elle produit l'asbeste ligniforme* : l'un et l'autre sont formés chimiquement. Très rarement des corps organisés ont influencé, *peut-être*, la forme cylindrique des stylolithes parfaites. Dans le calcaire de transition du Buchenberg, j'ai trouvé des stylolithes en plaques (liegende Stylolithen), qui passent à l'asbeste ligniforme qui couvre les stylolithes.

J'aurai l'honneur de présenter à la Société géologique un extrait de mon Mémoire. Mais en attendant j'ai désiré lui communiquer ces notions préliminaires.

L'ordre du jour appelle l'attention de la Société sur le lieu de sa prochaine réunion extraordinaire.

M. Boubée propose Avallon, situé sur les limites de la craie et des terrains anciens. Cette proposition est adoptée.

M. le Président annonce que le procès-verbal de Chambéry paraîtra dans le courant de la semaine; ce procès verbal se compose de 16 à 17 feuilles d'impression. M. le Président espère que la réunion à Avallon ne sera pas moins fructueuse pour la science que celle de Chambéry, et il annonce que là aussi il y des questions de moraines ou de prétendues moraines à soulever.

Séance du 16 juin 1845.

PRÉSIDENTENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Le Blanc, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

EBELMEN, ingénieur des mines, résidant à Paris, rue Crébillon, 4, présenté par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont;

BAYLE, ingénieur des mines, résidant à Paris, rue Madame, 24, présenté par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont;

DELBOS (Joseph), à Bordeaux, place royale, 6, présenté par MM. Virlet et de Collegno;

BOILEAU, élève ingénieur à l'École des mines, à Paris, présenté par MM. Le Blanc et de Wegmann;

Le duc DE VICENCE, à Paris, présenté par MM. Le Blanc et de Wegmann.

M. Élie de Beaumont offre un exemplaire du *Rapport qu'il a fait à l'Académie des sciences, le 12 mai dernier, sur un Mémoire de M. Pierre de Tchihatcheff relatif à la constitution géologique de l'Altaï* (extrait des *Comptes-rendus de*

l'Académie des sciences, t. XX, séance du 12 mai 1845), in-4°, 26 pages.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. d'Omalius d'Halloy, *Des races humaines ou Éléments d'ethnographie*, in-8°, 208 p. Paris, 1845.

De la part de M. Eugène Robert, *Extrait du compte-rendu de la séance publique et annuelle de la Société royale et centrale d'agriculture, qui a décerné une médaille d'or à M. E. Robert, pour la découverte et l'application d'un procédé (phloioplastie) propre à arrêter les ravages d'un insecte qui fait périr les ormes, les pommiers, les frênes, etc., et à régénérer l'écorce des arbres souffrants* (extrait du *Moniteur universel* du 21 mai 1845); in-8°, 24 p. Paris, 1845.

De la part de M. J. Fournet, *Sur la rubéfaction et la rouille des minerais et des roches* (extrait des *Annales de la Société royale d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*); in-8°, 28 p. Lyon, 1845.

De la part de M. Leymerie, *Exposition d'un plan pour la carte et la description géologique du département de la Haute-Garonne* (extrait des *Mémoires de l'Académie des sciences de Toulouse*, mars 1845); in-8°, 13 p. Toulouse, 1845.

De la part de M. Thirria, *Compte-rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant l'année 1844*; in-4°, 195 p. Paris, 1845.

De la part de M. Michelin, *Table générale analytique et raisonnée des matières contenues dans les trente-six premières années du Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, par M. Ch. Daclin; in-4°, 286 p. Paris, 1838.

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*, mai 1845.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1845, 1^{er} semestre, t. XX, nos 22 et 23.

Bulletin de la Société de géographie, 3^e série, t. III, n° 17, mai 1845.

Le Mémorial encyclopédique, avril 1845.

L'Écho du monde savant, 1845, nos 41 à 44.

L'Institut, 1845, n° 598.

1° *Report of the tenth meeting*, etc. (Relation de la 10^e assemblée de l'association britannique pour l'avancement de la science, tenue à Glasgow en août 1840); in-8°, 693 p., 5 pl. Londres, 1841.

2° *Report*, etc. (Relation de la 12^e assemblée de la même association, tenue à Manchester en juin 1842); in-8°, 347 p., 2 pl. Londres, 1843.

The Athenæum, 1845, n°s 918 à 920.

The Mining Journal, 1845, n°s 510 à 512.

The Transactions of the royal Irish Academy, vol. XX, in 4°, 521 p. Dublin, 1845

Abhandlungen, etc. (Bulletin de Société d'histoire naturelle de Görlitz); 3^e vol., 1^{er} et 2^e cahiers, 1840 — 1842; 4^e vol., 1^{er} cahier, 1844.

Boletin oficial de minas de Espana, 1845, n° 23.

Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino, seria seconda, t. VI, in-4°. Turin, 1844.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Moreau, qui demande qu'on fixe au 5 septembre au plus tôt le jour de l'ouverture de la réunion extraordinaire à Avallon. La Société fixe ce jour au dimanche 11 septembre à midi.

M. Bontemps, secrétaire de l'Académie de l'industrie, envoie des billets d'entrée à l'exposition de cet établissement pour les membres de la Société géologique. La Société vote des remerciements à M. Bontemps.

En envoyant à la Société une *Note sur la rubéfaction et la rouille des minerais et des roches*, M. Fournet ajoute :

Je joins à cet envoi quelques échantillons démonstratifs, sinon pour la marche de la théorie, du moins pour la marche de la nature. Vous avez un granite sain et un granite de la même carrière pris à la superficie; le feldspath y est rubéfié. Un morceau de lias offre le jaune et le rouge rubanés; enfin deux cailloux ont, l'un une écorce jaune, et l'autre une écorce rouge. Vous verrez par le Mémoire que ces cailloux ont plus d'importance que ne le comporte leur aspect au premier abord. Je souhaite fort appeler l'attention de la Société sur ces phénomènes, parce

que, passant par d'autres mains que les miennes, on jettera probablement du jour sur ce que j'ai laissé d'obscur.

Je termine en ce moment un assez long mémoire dont une partie est sous presse. Il a pour objet un complément des formations lenticulaires : j'arrive à des résultats assez curieux pour la théorie des filons, et sitôt que ce Mémoire sera tiré complètement, je m'empresserai d'en adresser un exemplaire à la Société.

M. Fournet adresse encore la note suivante *sur l'état actuel des connaissances touchant les roches éruptives des environs de Lyon*.

Depuis mes publications sur les roches serpentineuses et porphyritiques, j'ai continué mes études sur l'ensemble éruptif de nos environs ; j'ai même cherché à les étendre en poussant mes excursions dans l'Ardèche, dans le Forez, l'Auvergne, en sorte que des aperçus nouveaux sont résultés de cette somme d'explorations, et l'extrait suivant de mon travail d'ensemble en récapitulera les points capitaux. Dans la note actuelle, je laisse de côté la partie historique de la question ainsi que les droits de mes devanciers, me réservant de leur rendre autant qu'il dépendra de moi justice pleine et entière ; on verra alors jusqu'à quel point la question était difficile, puisqu'il restait encore quelque chose à dire après de si nombreuses tentatives, et l'on voudra bien aussi m'excuser si, comme tant d'autres, j'ai donné dans l'erreur.

Les roches éruptives des environs de Lyon composent les classes générales suivantes :

N° 1. A. Granite. B. Miarolites ou syénites.

N° 2. Porphyres quarzifères.

N° 3. A. Diorites. B. Serpentine.

N° 1. *Classe des granites et miarolites ou syénites.*

Cette classe est très complexe : aussi m'a-t-elle présenté de grandes difficultés, surtout à cause du passage apparent de quelques uns de ses membres aux porphyres quarzifères, et aussi pour distinguer les effets de métamorphisme. Cependant je crois pouvoir actuellement y établir deux divisions principales, motivées par la présence au moins locale ou par l'absence absolue de l'amphibole. La première division comprend l'ensemble granitique, et l'autre la division miarolitique ou syénitique.

A. *Division granitique.* — Les granits normaux sont caractérisés

par la réunion *granitoïde* du feldspath, du quartz et du mica; mais en plaçant à côté toutes les roches associées, on voit que depuis la structure granitoïde jusqu'à la structure compacte ils offrent une infinité de textures et de compositions diverses dont les types sont énumérés dans la classification suivante :

a. Granites porphyroïdes.....	{ homogènes, veinés.
b. Granites à grains moyens.....	{ homogènes, veinés.
c. Granites à grains fins et granulites,	{ homogènes, schistoïdes.
d. Weisstein	{ homogènes, schistoïdes.
e. Leptynites.....	{ compactes, schistoïdes.
f. Granites à grandes parties pegmatites et granites graphiques.	
g. Roche de quartz.	
h. Feldspath laminaire.	
i. Roche de quartz et feldspath.	
k. Roche de quartz et mica.	

a. En tête de cette division on doit ranger les granites porphyroïdes et ceux à grain moyen, parce qu'étant toujours traversés par les autres, ils forment les masses les plus anciennes. Les deux variétés *porphyroïde* et à *grain moyen* s'unissent souvent par des transitions insensibles dont on peut voir des exemples à Dardilly et au Corandin, près de Brignais; leur formation est donc ou parallèle ou contemporaine. Cependant, dans quelques cas rares, le second paraît placé par le travers du premier. Le granite porphyroïde présente la même pâte cristalline que le granite à grain moyen; mais elle enveloppe des cristaux de feldspath qui, dans nos environs, ne dépassent guère 0^m,05, et qui, dans les environs d'Avallon, atteignent jusqu'à 0^m,10 de longueur. Si cette accumulation des gros cristaux lui donne quelquefois l'apparence d'une roche à très gros grain, d'un autre côté aussi la prédominance du mica brun vitreux change plus ou moins son apparence habituelle : ainsi il est généralement blanchâtre aux environs de Lyon, mais brunâtre en masse à St-Golmier, etc. Il est d'ailleurs sous-entendu que je fais ici abstraction de la rubéfaction et de la kaolinisation, qui ne sont que des altérations postérieures dont il faut faire abstraction dans la classification. Les plus beaux gîtes de ces roches porphyroïdes se trouvent à Avallon,

aux Écouchets, à Narmagne, à St-Golmier, entre les Ruines et Noirétable en Forez, à Dardilly, à Limonest, à Charbonnières et au Corendin.

b. Le granit à grain moyen diffère aussi d'un point à l'autre par l'abondance du mica, qui d'ailleurs est généralement vitreux et brun ou blanc. La roche est quelquefois schistoïde, soit à cause de l'alignement particulier des lamelles du mica, soit à cause d'une sorte d'étirement qui se manifeste surtout par l'allongement des globules du quartz. Les types diminuent dans le bas plateau lyonnais, à Brignais, Montagny, Oublins, Latour de Salvagny.

c. Le granit à grain fin et le granulite ont la même composition que les granits ordinaires; mais leur grain est quelquefois réduit au point de simuler un grès très fin, et il faut le secours de la loupe pour distinguer les éléments, surtout quand la kaolinisation commence. Dans quelques cas ces roches paraissent dépendre des granits à grain moyen, et elles sont alors concentrées spécialement dans les embranchements de leurs puissants filons; mais elles forment le plus souvent des filons spéciaux qui traversent les précédents. Elles sont assez sujettes à se veiner par suite de la disposition des lamelles du mica; on en a des exemples à Francheville et surtout à Sorbier, près de St-Étienne. Dans cette dernière localité, cette roche veinée ressemble à un métamorphisme siliceux de micaschiste, à cause de la blancheur générale de sa pâte et des belles ondulations du mica noir; mais il est facile de s'assurer qu'elle contient non seulement le quartz, mais encore plus de feldspath, et d'ailleurs le grenat rouge y abonde sous la forme de petits points microscopiques. Si donc on voulait voir ici un métamorphisme, il faudrait le concevoir effectué, non seulement par silicification, mais encore par feldspathisation, ce qui serait un effet très complexe; d'ailleurs on ne voit pas clairement pourquoi cette action si intense se serait arrêtée d'une manière aussi brusque contre les micaschistes qui forment le toit de la masse. Enfin le granit la caractérise comme toutes les roches de cette classe. J'ajouterai encore que la plupart de nos filons granitiques sont essentiellement veinés.

Les gîtes de ces granits fins et granulites sont excessivement nombreux dans tous nos environs: ainsi on les trouve à Francheville, Brignais, Dardilly, Dommartin, St-Bonnet-le-Ford, Izeron, Mont-d'Or, Pilat, Riveric, Boucivre, etc., etc. Ils se montrent encore plus loin, à St-Golmier, à Montés de Clermont, à Pont-Gibaud, à Pranal, aux Écouchets, à Marmagon, etc.

d et e. Les weisstein et les leptynites peuvent être considérées comme étant le dernier degré d'oblitération des granits, en ce sens que le quartz et le mica sont souvent effacés si complètement qu'il en résulte des masses subcristallines (weisstein), des masses tout-à-fait compactes (leptynites); cette cristallinité ou cette compacité n'empêche d'ailleurs pas les roches en question d'être schistoïdes ou non. Elles limitent quelquefois les gîtes du granit à grain fin de manière à simuler alors le résultat d'un laminage : cependant elles forment encore des masses très puissantes; et à Sail-sous-Couzens en Forez, elles constituent entre autres des roches d'une hardiesse qui ne le cède en rien aux plus âpres des masses primordiales. Les weisstein les plus remarquables par leur texture subcristalline et leur pureté se trouvent auprès d'Orliennas; quelques variétés roses de Brignais rappellent les pétrosilex roses de la Suède; enfin les leptynites le plus décidément schisteux se montrent principalement auprès de St-Julien-Molin-Molette, à Brignais, à Francheville, où ils forment des filons bien caractérisés qui traversent les micaschistes.

g. Les granits à grandes parties, les pegmatites et les granits graphiques ne sont que des variétés d'une même roche qui dépendent de la grosseur ou bien de la disposition particulière de leurs éléments; le même filon contient assez souvent les trois types. Ils traversent presque toujours les granits à grains moyens ou porphyres : cependant au pigeonnier de Francheville, les pegmatites forment aussi la *couerne* ou la bordure d'un grand filon de granit à grain moyen. Enfin, j'ai trouvé encore dans les environs du même village des leptynites qui, dans les renflements de leurs filons, présentaient du feldspath laminaire en gros nœuds, en sorte qu'il semblait avoir échappé aux effets du laminage et du refroidissement subit qui a constitué la masse qui le renferme.

h, i, k, l, ne sont que des cas particuliers associés aux granits à grandes parties et dus à la prédominance ou à l'absence de l'un ou de l'autre des éléments essentiels du granit proprement dit; ils forment de même des filons rarement puissants.

Les plus beaux gîtes des différentes roches (y compris les granits à grandes parties) se montrent dans nos environs à Montagny, à Brignais, au Mont-d'Or, à Francheville Dommartin, etc., etc. Celui du Mont-Jeu, près d'Antin, est connu de tous les géologues, et il m'a offert des échantillons qui ne le cèdent en rien à ceux de l'Oural.

En résumé, les diverses masses précédentes montrent çà et là des passages de l'une à l'autre, ce qui tient à des circonstances de

cristallisation ; mais, en général, les dernières, à partir des granits à grain fin, traversent les premières en forme de filons qui sont tantôt nettement tranchés, tantôt comme fondus par les bords, et dans la plupart des cas intimement soudés à leurs épontes ; on peut donc affirmer sans crainte d'erreur qu'elles ont succédé les unes aux autres dans la même période géologique. Les dernières ne constituent d'ailleurs que rarement des masses importantes, tandis que de vastes surfaces sont occupées par les granits porphyroïdes et à grain moyen ; enfin elles contiennent comme minéraux caractéristiques les grenats rouges, microscopiques ou de la grosseur d'un pois ; la tourmaline noire bacillaire ; l'émeraude ; la lépidolithe, le disthène, qui ne se trouvent pas dans les deux premiers types. En faisant donc abstraction de quelques cas particuliers de cristallisation, on peut conclure de cet ensemble de faits que les premières éruptions granitiques ont eu pour effet la production des roches *a* et *b*, et que les autres ne sont que le résultat final de ce grand épanchement, ou que des recurrences, comme il est facile d'en observer dans tous les effets plutoniques ou volcaniques.

En France, ces roches granitiques s'étendent depuis les Vosges jusque dans le Languedoc ; elles ressemblent tellement par quelques uns de leurs plus minutieux détails minéralogiques aux échantillons types qui me sont venus de l'Allemagne et même de la Sibérie par M. Léonhard, qu'il est impossible de ne pas voir qu'elles sont autant de membres d'une seule et même formation. Vers le sud, elles se reproduisent d'une manière identique en Corse et à l'île d'Elbe, en sorte qu'il faut encore admettre l'extension de cette formation de ce côté, malgré les difficultés qui paraissent résulter des enchevêtrements avec les formations serpentineuses ; je ne puis du moins pas croire de prime abord et sans des preuves bien positives, que les produits plutoniques les plus uniformes que nous connaissions soient en rapport avec des éruptions d'époques très différentes les unes des autres.

Partout où j'ai pu examiner en France ces roches granitiques, je les ai vues culbuter, déchirer et métamorphoser les micaschistes ; quelques uns de leurs derniers termes ont pénétré jusque dans les schistes argileux non fossilifères de nos environs, en sorte que leur ensemble constitue le système éruptif le plus ancien : sachant en outre qu'il ne faut plus chercher à les différencier d'après leur couleur rouge, jaune-or, blanchâtre, il sera bien plus facile d'en suivre les traces sur le terrain, et de les indiquer dans les cartes géologiques. Cette circonstance permettra enfin de déterminer

leur allure, jusqu'à présent à peu près inconnue. Mais un travail aussi vaste ne peut évidemment pas être entrepris par un seul homme, et c'est à la réunion des efforts des géologues qu'est réservé l'accomplissement d'une des plus belles et des plus grandes tâches scientifiques.

B. *Division miarolitique ou syénitique.* — Autrefois j'avais cru devoir réunir sous le nom de miarolite un ensemble de roches dans lequel je rangeais les granits de Chessy, les porphyres granitoïdes de M. Gruner, les granits de Baveno et ceux du Jægerthal dans les Vosges. Des explorations faites sur les lieux m'ont appris depuis qu'il fallait maintenir en dehors de ce cadre les porphyres granitoïdes, circonstance qui tend à disloquer la première réunion que j'avais tentée. Cependant il n'en reste pas moins positif que la roche de Chessy, entre autres, offre quelque chose de spécial, surtout à cause de la présence de l'amphibole, du moins en certains points. En fera-t-on par cela même une syénite? Cela me paraît encore sujet à contestation, car cette syénite serait dans tous les cas très micacée : aussi cette complication me porte à conserver ma dénomination jusqu'à nouvel ordre.

D'un autre côté, j'avais réuni aux porphyres quartzifères les eurites, les pétrosilex ou les *cornes rouges* des mineurs de Chessy; je me suis encore assuré qu'elles étaient en connexion avec les miarolites, jouant, par rapport à celles-ci, le même rôle que les granolites, les weisstein et les leptynites jouent par rapport aux granits proprement dits. De là un ensemble de nouveaux documents qui détermine la classification géologique et minéralogique suivante :

- a. Miarolite porphyroïde.
- b. Miarolite granitoïde à grain moyen.
- c. Miarolite à petit grain; granulite des miarolites.
- d. Eurites, pétrosilex, corne rouge, leptynite des miarolites.
- e. Miarolite à grandes parties ou pegmatite des miarolites.

Je crois inutile d'insister longuement sur les caractères minéralogiques de ces roches, parce qu'ils ont été, pour la plupart, très amplement développés dans mes mémoires sur les Alpes. Il suffira de faire observer que du moment où le grain diminue ou s'amplifie extraordinairement, le mica s'efface; c'est du moins ce qui arrive pour tous les granulites et les pegmatites des miarolites que j'ai pu observer jusqu'à présent. On ne retrouve pas davantage dans ces roches la tourmaline et le grenat, qui sont si abon-

dants dans la plupart des membres du granit proprement dit ; et si ces caractères négatifs étaient généralisés , ils deviendraient d'une certaine importance pour la facilité des déterminations.

Aux environs de Lyon , cette roche domine dans une région qui s'étend depuis les flancs de la chaîne de Boucivre jusqu'à Romaniche , et elle paraît former un vaste filon qui est inclus dans les granits du système précédent , de manière à le diviser en deux parties , l'une orientale , qui domine depuis la Provence jusqu'au Rhône , et l'autre occidentale , dont M. Griollière a reconnu l'extension , depuis le Boucivre jusque vers le confluent de la Souane avec l'Ozerque. Cette bande miarolitique a agi principalement sur les schistes argileux non fossilifères , et elle paraît être en connexion avec les mines de cuivre et de manganèse du pays , circonstance qui lui donne une certaine importance. Il ne me reste plus qu'à faire observer que j'ai placé la miarolite parallèlement avec les granits de la division précédente , parce que les deux roches ont agi simultanément sur les schistes argileux non fossilifères. Mais il ne faut pas prendre cet aperçu à la rigueur ; car il serait bien possible que la miarolite fût un peu plus moderne et qu'elle constituât un intermédiaire entre les vieux granits et les porphyres quartzifères. Je cherche en ce moment à éclaircir cette nouvelle question.

N° 2. *Classe des porphyres quartzifères.*

Cette classe si importante présente encore quelques unes des subdivisions de texture qui ont été remarquées parmi les roches précédentes ; l'on peut , entre autres , y observer une foule de passages entre la texture granitoïde et la texture compacte. Cependant , le quartz et le mica commençant à devenir rares , on ne retrouve plus ces roches à grandes parties qui caractérisent si bien les granits et les miarolites , à moins qu'on ne veuille leur assimiler ces isolements quartzeux qui constituent les porphyres agatifères.

Voici les principaux types de cette classe , tels qu'ils se trouvent dans nos environs :

- a. Porphyre granitoïde à gros cristaux.
- b. Porphyre granitoïde à grain moyen.
- c. Porphyre quartzifère {
 - rouge ,
 - blanc , avec ou sans pinites ,
 - noir.
- d. Porphyre à épidote.

- e. Porphyre agatifère (appendice) avec épidote.
- f. Porphyre granulitique.
- g. Porphyre leptynitique.
- h. Pâtes porphyriques avec mica.
- i. Minette simple ou avec $\left\{ \begin{array}{l} \text{feldspath,} \\ \text{quartz.} \end{array} \right.$
- k. Minettes compactes noires, brunes ou verdâtres.

a. Le porphyre granitoïde à gros cristaux domine dans les montagnes du Forez , depuis les environs de Noirétable jusqu'à Thiers ; il se charge quelquefois d'un mica vert terne , qui se marie très agréablement avec les gros cristaux de feldspath rose , en sorte qu'il en résulte des roches de la plus grande beauté. Cependant , en général , cette roche est presque sans mica , quoique sa masse affecte toujours la texture granitoïde , par suite du mode d'enchevêtrement de ses divers feldspaths et de quelques globules de quartz.

b. Les porphyres granitoïdes à grain moyen sont ceux qui ont été signalés par M. Grand comme se trouvant entre Boën et les Ruines : ils sont séparés des précédents par une ramification du granit porphyroïde ancien , détachée du massif de Pierre sur autre ; peut-être encore cette ramification granitique n'est-elle autre chose qu'un vaste bloc , soulevé et pincé entre les éruptions porphyriques. Le quartz en globules n'y est pas aussi rare qu'on l'avait supposé en premier lieu.

c. Les deux roches précédentes présentent des oblitérations de la texture cristalline conduisant à une pâte compacte , renfermant des cristaux de quartz et de feldspath ; il en résulte , en un mot , les porphyres quartzifères ordinaires les mieux caractérisés , et ceux-ci sont si bien enchevêtrés par diffusion intime dans les porphyres granitoïdes à gros grain ou à grain moyen , qu'il est impossible de les regarder comme des formations différentes. Ces passages se montrent entre autres auprès de Thiers et aux carrières de Soulagette.

Les porphyres quartzifères des montagnes lyonnaises ont une pâte variable , quelquefois cristalline , quelquefois compacte , en sorte qu'ils présentent des passages aux variétés précédentes. Leurs couleurs sont assez variées ; mais il n'existe aucun motif plausible qui puisse conduire à séparer , par exemple , les beaux porphyres à pâte noire compacte de Chenelette , d'avec les porphyres rouges plus ou moins foncés ou clairs , et ceux-ci d'avec les porphyres blancs. Il ne faut donc pas confondre notre roche noire avec le mélaphyre pyroxénique , et à *fortiori* faut-il éviter

de commettre cette erreur pour les porphyres qui sont simplement colorés en rouge-brun. Ces porphyres quartzifères dominent dans les chaînes beaujolaises, depuis Tarare jusqu'au-delà de Beaujeu; ils apparaissent encore dans les montagnes des deux rives de la Bruvenne, enfin on en retrouve des filons isolés à Chaponart, au Mont-d'Or lyonnais, à Rive-de-Gier, entre St-Symphorien-le-Château et St-Golmier; ils sont plus anciens que le terrain houiller, mais ils ont disloqué le terrain dévonien de Tarare, Fhizy, etc. Les filons talcifères qui les accompagnent sont quartzeux et barytiques; les premiers se distinguent par leur aspect fortement agatisé, et il en existe de beaux exemples à Ste-Paule, à St-Romain de Popez; les autres contiennent de la galène à Chenelette et à Propières.

d, e. Les porphyres quartzifères qui percent aux environs de Bressieux, dans les bassins de la Brevenne, sont *lignitifères*; quelques uns de ceux du Pilerat sont chargés d'épidote, en sorte qu'ils rappellent le Pixtazit-fels. M. Thiollière a découvert depuis peu, près de Bully, une nouvelle variété, qui offre la double circonstance d'être agatifère et épidoteuse, en ce sens que des isolements de quartz hyalin et de cornaline y dessinent des amandes oblongues et fortement soudées à la pâte; c'est dans ces amandes que l'épidote se distingue par la coloration vert jaunâtre qu'elle imprime à une partie du quartz.

f et g. La texture des porphyres granitoïdes à gros cristaux de Thiers, ainsi que des porphyres à grain moyen des environs de Boën, se modifie quelquefois par la perte du mica, du quartz et des cristaux feldspathiques, de manière à devenir simplement sublamellaire, en sorte qu'ils passent à des roches granulitiques; d'autres veines comprises entre Trelin et Boën pourraient aussi être comparées avec les leptynites à cause de l'oblitération complète du grain.

Sur le versant oriental du Torrion, près de Beaujeu, une dégénérescence plus ou moins complète du même genre s'est formée aux dépens d'un porphyre noir analogue à celui que l'on trouve sur l'autre versant de la même montagne; il en résulte des espèces de schistes noirs, dont il serait impossible de spécifier la nature si l'on n'avait pas toute la série qui conduit pas à pas de l'état cristallin à cet état leptynitique.

h, i, k. J'ai déjà insisté, dans mes précédentes notices, sur le passage des porphyres quartzifères aux minettes; on a vu qu'il s'effectue par des lamelles micacées qui s'ajoutent à la pâte euritique, et dont la surcharge finit par effacer le ciment d'une ma-

nière à peu près complète. Cependant ces masses micacées contiennent encore çà et là quelques gros cristaux de feldspath, ou même des géodes creuses quartzseuses identiques aux géodes d'agate. On a des exemples de l'un et l'autre cas à Chaponart et au Pelerat. Mais l'oblitération du mica conduit aussi à des roches noires, brunes ou verdâtres, massives, à aspect plus ou moins rude, dans lesquelles je n'ai jusqu'à présent trouvé qu'une seule fois de l'amphibole en petits cristaux aciculaires. Ces différentes roches sont-elles toutes en association avec les porphyres quartzifères ? c'est ce qui n'est pas encore positif : cependant il est hors de doute que des filons composés de minette micacée dans la partie médiane passent à l'état de minette noire compacte vers les parois. Ces minettes se montrent dans les environs de Chessy, au Pelerat, à Arjoux, à Tarare, à Romenèche, Saint-Golmier, à Thiers ; mais ils ne forment que des filons d'une bien faible puissance, comparativement aux énormes masses granitiques ou porphyriques qu'elles traversent : aussi peut-on les regarder, au moins dans la plupart des cas, comme le dernier produit des éjaculations porphyriques. Il est encore digne de remarque que ces roches se terminent en coins avant la rencontre du grès bigarré, qu'elles ne traversent jamais.

N° 3. *Classe des diorites et des serpentines.*

Les diorites, les amphibolites et les serpentines de nos contrées ne forment guère que des culots ou des filons isolés et généralement assez exigus pour qu'il soit difficile de les raccorder de manière à constituer un ensemble aussi général que les roches des groupes précédents. Quoi qu'il en soit, voici les principaux caractères des unes et des autres.

La serpentine se montre à Saint-Julien-Molin-Molette, auprès de Pelunia, sur les montagnes entre Riverie et Saint-André-la-Côte, enfin à Savigny et à Fleurieux près de l'Arbresle.

Celle de Saint-Julien-Molin-Molette forme un monticule assez vaste, que son aspect aride fait distinguer de loin. Elle est schistoïde, d'une couleur verte presque noire, offrant, dans une pâte rude, des lamelles talqueuses très fines ; le talc s'isole en outre sur divers points, et notamment vers la périphérie de l'amas, de manière à former des masses rayonnées autour d'un noyau central ellipsoïdal. Elle présente aussi quelques asbestes.

A Pelunia, la même roche est plus compacte, moins talqueuse, veinée de parties blanches, que l'altération atmosphérique con-

tribue surtout à mettre en évidence. Le culot est beaucoup plus petit que celui de Saint-Julien-Molin-Molette.

La serpentine que l'on trouve vers Riverie est accompagnée de bronzite ; celle de Savigny contient une multitude considérable de globules de fer spathique qui, en se décomposant à l'air, laissent une roche cariée comme une lave volcanique. Elle constitue donc une sorte de variolite. Parmi les matières qui l'accompagnent on peut signaler quelques portions de serpentine noble, de talc schistoïde et d'asbeste. L'ensemble de ces effleurements, qui se montrent toujours dans le fond des vallées sous la forme de gros rochers noirs, s'étend fort loin jusque vers Bressieux.

À Fleurioux, des serpentines sont accompagnées de roches talqueuses et d'amphibole passant à l'asbeste ; ce filon paraît se prolonger vers la Tourette, du moins un ancien échantillon porte l'indication de cette localité.

Les diorites ont été reconnues principalement à Riverie et à Mornant. Elles constituent des culots et des filons ; leur texture est quelquefois régulière, à petits grains, offrant un mélange en parties à peu près égales d'amphibole noire et d'un feldspath blanc opaque qui leur est propre. Dans d'autres cas, ces deux minerais sont groupés de manière à constituer des marbrures ou des zones contournées comme seraient celles qui se formeraient dans une pâte hétérogène que l'on soumettrait à un brassage ; enfin elles sont encore rubanées longitudinalement.

Quant à l'amphibolite, elle n'a été signalée jusqu'à présent que sur les bords de la Saône, près de l'île Barbe, et au clos Charrin, à Vaise ; l'absence ou du moins la rareté du feldspath est la seule chose qui la distingue des diorites.

Si l'on considère maintenant la réunion des serpentines et des diorites, dans les massifs de Riverie et du Pilat, on pourra être tenté de croire qu'elles ont joué un rôle dans un des derniers soulèvements de ces montagnes, que M. Élie de Beaumont place à l'époque du terrain jurassique ; mais jusqu'à présent on n'a pas de preuve directe de cette circonstance, car nulle part ces roches ne percent ces formations sédimentaires ; il existe des roches à Diollage, à Montmélas et près de Limas, qui se trouvent près du grès bigarré et du lias, mais elles ne les traversent pas davantage ; on sait qu'il n'en est pas de même pour les serpentines de Nefiez en Languedoc et pour celles des Alpes, qui bouleversent les grès bigarrés et le jurassique.

Pour compléter ces renseignements, il nous reste à mention-

ner une dernière roche qui se montre auprès de Vaugneray. Au premier aspect, elle simule un granit à mica brun très abondant; mais, en l'examinant avec quelque attention, on y remarque d'abord de l'amphibole noire tricotée avec le mica; puis on s'assure que le quartz y est très rare; enfin ce qu'on serait tenté de prendre pour du feldspath n'en offre pas le clivage: c'est un minéral à cassure inégale, qui, traité à froid par les acides étendus d'eau, se dissout en laissant une gelée siliceuse. Serait-ce une variété de labrador? Quoi qu'il en soit, il me semble que cette roche exceptionnelle, qui a un développement assez considérable, doit être rangée dans le groupe serpentineux plutôt qu'ailleurs.

Comme on le voit par ce rapide aperçu, nos roches éruptives se prêtent à des conclusions dignes de quelque attention; et si tous les problèmes qu'elles offrent ne sont pas encore résolus, il faut s'en prendre d'abord à la difficulté qu'oppose à leur étude la culture qui les cerne de toutes parts: chaque jour les gîtes s'effacent sous les efforts du cultivateur, et bientôt même une partie d'entre eux n'existera plus pour le géologue. Une seconde cause de retard est le défaut d'analyses; on ne sait, par exemple, pas encore en quoi un leptynite des granits diffère d'une pâte euritique, et il serait à désirer que la Société géologique voulût bien user de son ascendant pour déterminer les chimistes à s'occuper du cadre géologique, qui leur offrira de plus belles chances d'être utiles que le cadre minéralogique, auquel ils ne pourront plus guère ajouter que quelques minéraux rares, et par conséquent sans aucune portée générale.

M. Édouard Collomb adresse à M. le Président la note suivante *sur les traces du phénomène erratique dans les Vosges*.

Wesserling, le 26 mai 1845.

MONSIEUR,

Je vous remercie de l'accueil bienveillant que vous avez bien voulu faire aux notes que j'ai eu l'honneur de vous envoyer le mois dernier. Aujourd'hui je prends la liberté de vous communiquer quelques observations et expériences nouvelles dans l'espoir qu'elles pourront vous intéresser. Elles sont toutes relatives au phénomène erratique. C'est une chose curieuse que les faces nouvelles de cette question, à mesure qu'on l'étudie et qu'on se livre à l'observation des faits. Je croyais avoir tout vu dans nos

environs, et cependant en passant une revue générale de notre vallée avec une personne très instruite, M. de Billy, ingénieur en chef à Strasbourg, qui a l'habitude d'apporter une extrême prudence dans ses jugements, nous avons eu l'occasion de faire plusieurs remarques qui m'avaient échappé. D'un autre côté, nous avons supprimé plusieurs choses de mon catalogue, entre autres la roche de Schliffels et celle du moulin d'Odern, que nous avons définitivement destituées de leur caractère erratique. M. de Billy a reconnu l'authenticité de la moraine de Wessering, de celles de Mollau, de Krüth, de l'église d'Odern, de celle d'Urbès; nous avons évalué la masse de matériaux de cette dernière à trois millions de mètres cubes. Puis nous avons une nouvelle moraine bien caractérisée à signaler au village de Hussern, dont je vais m'occuper de dresser un plan et une coupe. Il a reconnu également la roche striée du Glatstein, les blocs erratiques et les galets striés abondamment répandus sur toutes nos moraines; il en a emporté beaucoup de bons exemplaires pour les collections de Strasbourg. Si vous en désirez pour la collection de l'École des mines, je serai charmé de vous en envoyer.

Ensuite j'ai fait remarquer à M. de Billy une nouvelle roche striée en place, tout près du village de Fellingring. Dans le dernier envoi que j'ai eu l'honneur de vous faire, il y avait quatre petits échantillons de cette roche, n^{os} 68, 69, 70, 71; depuis lors j'en ai fait extraire de grands exemplaires de 6 à 8 décimètres carrés. Cette roche est remarquable en ce qu'elle se trouve précisément en face de celle du Glatstein, de l'autre côté de la vallée, dont la largeur en cet endroit est réduite à 800 mètres environ. Elle est finement striée dans la partie supérieure d'un petit mont isolé qui s'appelle le *Hasenbühl*, à 70 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la rivière; il est formé en partie de roches de sédiment en couches fortement inclinées, et en partie de roches cristallines d'eurite. Il est en aval du village de Fellingring, sur la rive gauche; il touche presque à la montagne du Dengelberg, dont il n'est séparé que par un petit vallon pierreux. Les stries ne sont pas marquées sur la roche cristalline; mais au point où cette roche cesse et où commence le schiste, elles apparaissent sur toute la surface supérieure de ce monticule. La direction moyenne des stries est dans le sens de l'axe principal de la vallée. Il est en même temps parsemé de quelques blocs erratiques de granit blanc qui ne peuvent provenir que des environs de Wildenstein. Du côté N.-O. cette roche est couverte d'un revêtement de terrain erratique avec galets striés.

En voici une coupe et un petit croquis. (Pl. XVI, fig. 1 et 2.)

Coupe du Hasenbühl. — 70 mètres au-dessus du niveau de la rivière.

S. Schiste.

E. Eurite.

T. Débris erratiques avec galets striés.

B. Blocs erratiques de granit.

ST. Stries erratiques.

a. Amont.

a'. Aval.

Une exploration un peu rapide que j'ai faite récemment des vallées de Munster, de Guebwiller et de Massevaux, m'a démontré que les phénomènes erratiques y offrent des particularités dignes d'être mentionnées; c'est un travail à reprendre plus tard en détail.

En attendant, je puis déjà vous signaler les points principaux où j'ai remarqué des faits nouveaux.

Dans la vallée de Munster, c'est au village de Metzeral que les accumulations de débris commencent à se tasser sous forme de moraines, avec blocs et galets striés. Ces débris continuent sous diverses formes à couvrir le sol et les flancs de cette vallée jusqu'au pied du Rothenbach.

Dans la vallée de Massevaux, à Oberbruck, au débouché de la petite vallée latérale de Rimbach, se trouve une petite moraine, en partie démantelée par l'action des eaux; les détritiques restés en place m'ont offert tous les caractères désignés par les auteurs comme faisant partie du domaine erratique. Dans la même vallée, entre le petit lac de Seewen et le pied du Ballon d'Alsace, d'énormes dalles de roches granitoïdes sont polies, usées, arrondies et ont la plus grande ressemblance avec les roches polies qui entourent l'hospice du Grimsel en Suisse.

Dans la vallée de Guebwiller, en supposant que le phénomène erratique dans cette localité ait pris naissance sur les pentes nord du Ballon, le point où il s'est arrêté dans sa marche se trouve placé un peu en arrière du village de Lautenbachzell. En amont de ce point on ne rencontre que débris glaciaires accumulés sous diverses formes; en aval tous ces accidents disparaissent, et les amas de détritiques qu'on y trouve prennent la forme de débris de transport aqueux.

Les phénomènes que j'ai observés dans ces vallées n'ont point

Fig. 1

Mém. de M. Edouard Collomb sur le terrain
cratérique des Vosges.

Coupe du Hasenbühl.

7 a^m au-dessous du niveau de la rivière.

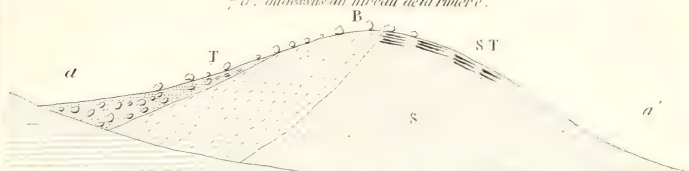


Fig. 3



Fig. 2.



Fellering (vallée de St. Amarin)
Amont

le Hasenbühl

Avant



une direction unique. Ils rayonnent autour des points culminants des Vosges. En prenant chaque sommet de nos principales montagnes pour centre, et décrivant sur la carte un cercle autour d'un de ces centres, on remarque que les moraines frontales, c'est-à-dire les limites inférieures du phénomène, ne se sont pas étendues au delà d'un rayon de 10 kilomètres.

J'ai encore à vous entretenir d'une expérience que je viens de faire sur les galets striés. Cette expérience a pour but d'étudier l'action d'un courant d'eau quelconque, d'une rivière ou d'une cascade, sur ces galets.

Une cinquantaine de galets rayés, de roche schisteuse bleue, assez dure, recueillis sur la moraine de Wesserling, ont été mis dans un grand cylindre horizontal, creux, en fonte, de 1^m,30 de longueur, sur 0^m,50 de diamètre, fermé aux extrémités par deux disques en fonte et tournant sur son axe. Ces galets ont été préalablement mélangés avec un volume égal de sable de rivière et 25 litres d'eau; puis on a imprimé au cylindre un mouvement lent de 15 tours par minute seulement. (Pl. XVI, fig. 3.)

Ce mouvement de rotation, en agitant les galets, le sable et l'eau dans tous les sens, imite l'action produite dans la nature par le frottement de ces cailloux les uns contre les autres dans un courant de rivière.

Après 6 heures de mouvement on en a retiré quelques uns : les stries les plus délicates avaient déjà disparu; il restait encore la trace des raies plus profondément dessinées.

Après 20 heures de mouvement les stries ont complètement disparu; il n'en reste pas trace sur les galets, qui ont pris l'aspect mat des galets de rivière.

Un exemplaire de ces galets, partagé avant l'expérience en deux parties, dont l'une a été soumise au frottement et l'autre conservée à part, représente très bien, lorsqu'on réunit les deux morceaux après l'expérience, l'action produite par le mouvement.

Cette expérience vient confirmer l'opinion de M. Agassiz, qui dit que les galets rayés entraînés par les torrents des glaciers perdent leur burinage à peu de distance de leur origine pour prendre l'aspect mat et uni des galets de transport aqueux, et qu'on n'en trouve nulle part dans les torrents des Alpes, pas plus qu'au pied des cascades ou sur les bords des lacs, et que partout où l'on trouve des galets rayés, on a affaire à des accumulations de débris glaciaires.

Elle nous prouve aussi que les stries de la roche en place, du Glatstein et du Hasenbühl, de même espèce schistoïde que les

galets et de burinage identique, seraient complètement détruites, si un courant d'eau, accompagné de sable, avait passé sur ces roches pendant vingt heures seulement. Ce court espace de temps aurait suffi pour faire disparaître les traces laissées par le frottement erratique.

Ce serait donc une erreur de supposer que les stries remarquées sur les roches, dans différents pays, peuvent provenir de courants d'eau ou de boue. L'origine de ces courants est d'ailleurs très problématique, et nous voyons, par l'expérience précédente, qu'ils produisent sur les roches un effet tout opposé, c'est-à-dire qu'ils détruisent les stries, au lieu de les provoquer.

Une autre conséquence à tirer de cette même expérience est celle de l'âge relatif de certains dépôts meubles qui reposent sur les roches striées.

Nous avons sur nos roches striées, et en particulier sur celle du Glattstein, dans les dépressions du terrain, un dépôt qui atteint quelquefois l'épaisseur de plusieurs mètres, composé de petits blocs de granit, de galets striés recouverts d'un peu de terre végétale. Ces dépôts sont postérieurs, sans doute, puisqu'ils recouvrent la roche en place, mais ils font partie intégrante de la même époque géologique, du même phénomène qui a donné lieu aux stries; ils sont comme l'étage supérieur d'un même terrain.

La roche a été striée pendant la période d'activité du glacier; puis, les circonstances géologiques ayant changé, les glaces se sont fondues, retirées: elles ont laissé sur place les débris menus qu'elles étaient en voie de transporter; nous les retrouvons sur le lieu même où ils ont été déposés, sans qu'ils aient subi aucun dérangement dans leur position. Il n'est guère possible de rapporter ces débris à un diluvium postérieur, parce que, s'ils eussent été remaniés ou transportés par les eaux, ils auraient altéré la pureté et la netteté des stries qu'ils recouvrent: les stries auraient même complètement disparu de la surface de la roche, puisqu'un frottement de vingt heures les détruit.

Les dépôts meubles recouvrant les roches striées, qui ont été remarqués dans le Nord, ont été considérés comme appartenant à une époque géologique postérieure. Cependant n'est-il pas probable qu'ils sont de même nature que les nôtres? Et si l'on cherchait bien, peut-être y trouverait-on des galets striés. Ce serait un indice certain que ces dépôts appartiennent à la fin de l'époque erratique.

Si pendant la belle saison quelqu'un de vos savants ou vous-

même , monsieur , vouliez nous faire l'honneur de venir voir nos moraines et nos roches , il y aurait sans doute de nouvelles observations à faire dans l'intérêt de la science.

M. Le Blanc fait remarquer que dès 1837 (séance extraordinaire à Porrentruy) il a signalé les moraines des Vosges comme correspondant à d'anciens glaciers , particulièrement dans les vallées de Saint-Amorin et de Gyrovagny ; que dans une séance précédente il est revenu sur cette question , et qu'il a indiqué les lacs des Vosges comme correspondant tous à d'anciens glaciers autour desquels on devait retrouver les traces du phénomène erratique. Des observations qui tendaient à établir la même vérité étaient faites simultanément par M. Hogard , dans une petite brochure qui a pour titre : *Observations sur les traces des glaciers qui , à une époque reculée , paraissent avoir recouvert la chaîne des Vosges , etc.* , extrait des *Annales de la Société d'émulation des Vosges* , in-8° , 24 p. Épinal , 1840.

M. Élie de Beaumont fait remarquer qu'il ne partage pas les idées théoriques , mais qu'il regarde les observations de M. Collomb comme très bien faites et très intéressantes.

M. le Secrétaire donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre de M. Wisse à M. Regnault : *Sur une exploration du cratère du Rucu-Pichincha* (république de l'Équateur).

Quoique Quito soit fort près du Pichincha , ce sol volcanique est si tourmenté , si découpé par de profonds ravins , qu'il faut une grande journée de marche pour arriver au sommet. Je partis donc , le 14 janvier , à trois heures du soir , accompagné de mon meilleur élève , M. Garcia Moreno , pour aller coucher dans une ferme (Lloa) située dans une petite plaine au pied du volcan. Nous en partîmes le lendemain , à sept heures du matin , et nous montâmes avec nos mules jusqu'à la limite de la végétation , point où il fallut mettre pied à terre. Je laissai les bêtes aux soins de mon domestique , et nous commençâmes à grimper avec un Indien qui nous servait de guide. La pente sur laquelle nous montions est excessivement roide , et nous ne pouvions avancer qu'en décrivant des zigzags. A cela il faut ajouter que la partie supérieure du volcan est toute couverte d'une ponce menue ,

dans laquelle on enfonce jusqu'à 2 décimètres, et qu'il faut faire les plus grands efforts pour ne pas reculer sur ce sol mouvant plus que l'on n'a avancé. Nous nous dirigeons sur un pic que nous apercevions par instants, et dont nous atteignîmes le point le plus élevé à 11 heures et demie. Grand désappointement ! Un brouillard des plus épais ne nous permettait pas de voir à 15 mètres..... Là, je fis bouillir l'eau, je pris la hauteur barométrique, d'où je conclus l'altitude 4775^m,60 de ce point....

Notre vue commença à pénétrer dans l'intérieur du noir et terrible cratère, mais sans pouvoir en atteindre le fond. Descendons au cratère ! telle fut notre exclamation ; et nous voilà lancés, comme des fous, dans l'entreprise la plus téméraire, et livrés à des périls que jamais homme, peut-être, n'avait osé affronter. Il était midi. Notre guide ne voulut plus nous suivre : nous lui laissâmes nos poachos, espèce de manteaux du pays, et tout ce qui pouvait gêner notre marche. Un grand chien descendit avec nous ; mais bientôt, effrayé par les blocs de pierre qui se détachent continuellement des parois et roulent au fond du cratère avec un vacarme épouvantable, il tourna les talons et nous abandonna. Nous continuâmes notre pénible descente..

Pendant ce temps-là, le vent chasse un peu les nuages, et nous découvrons le fond du cratère et son bord opposé. Enfin, nous nous trouvons dans un profond ravin, long, étroit, ouvert à notre gauche, et hérissé de toutes parts d'énormes masses de pierres détachées des parois. Au milieu se dessine un torrent, alors à sec..... Mon baromètre, suspendu à un gros bloc, me montre que nous avons descendu de plus de 300 mètres.

Nous continuons notre route par la droite, et nous atteignons, par une pente assez douce, le point le plus bas de la crête qui sépare les deux cratères. Alors nous percevons plus fortement qu'auparavant l'odeur des vapeurs sulfureuses, dont nous étions déterminés à découvrir la source. Nous descendons donc, à la grâce de Dieu, sans savoir où nous arriverons, et suivant un chemin de plus en plus difficile, car les parois du second cratère sont plus roides que celles du premier..... Avant d'arriver au bas, nous découvrons un monticule, ou une presqu'île, placée au milieu du cratère ; nous voyons sur notre gauche des fumées que nous prenons d'abord pour des brouillards, et enfin de longues zones jaunâtres qui couvrent çà et là le sol. Il n'y a plus de doute, nous arrivons aux bouches du volcan. Nous nous dirigeons sur ces traces sulfureuses, et nous gravissons le monticule. Nous atteignons d'abord les bouches d'où la vapeur sort abondante,

et avec un assez grand bruit. Là nous étions en communication directe avec le centre de la terre, peut-être avec nos antipodes de Sumatra. Nos pieds ne trouvent plus de roches solides; le sol n'est plus composé que de terre, cendre et soufre agglomérés. Ça et là je vois des crevasses et des affaissements de 20 centimètres de profondeur. Je me couche à terre, et je fourre mon bras dans une des cheminées pour recueillir des cristaux de soufre. Il m'est impossible d'enfoncer beaucoup le bras à cause de la grande chaleur. Un thermomètre, qui ne montait qu'à 60 degrés, exposé à l'orifice, arriva en un clin d'œil au haut de sa course; à 20 centimètres de l'orifice, la chaleur est supérieure à celle de l'eau bouillante. Les cristaux aciculaires sont d'une grande limpidité et tapissent entièrement les parois des cheminées. Les vapeurs, d'une odeur de soufre brûlé et d'œufs pourris, ne m'incommodaient presque pas; mon compagnon recueillait dans son mouchoir les produits de ma pêche. La bouche où je mettais le bras avait 20 centimètres de diamètre; je ne pouvais voir à plus d'un mètre de profondeur, car la cheminée se contournait en tous sens. Quatre autres cheminées que j'examinai présentaient le même aspect. Il y a des bouches qu'il nous eût été impossible d'atteindre, car il nous eût fallu pour cela traverser un espace aussi mouvant qu'une taupinière fraîchement remuée, et notre témérité avait ses limites. Nous pûmes faire le tour de toutes les bouches en *a*, excepté du côté *b* où il y a un arrachement profond et presque vertical, et dans la crête duquel nous ont paru placées les dernières bouches du groupe *a*, groupe qui comprend environ dix orifices dispersés dans un espace à peu près circulaire de 15 mètres de diamètre. La crevasse *gh* m'a paru indiquer une prédisposition à l'éboulement des bouches *a* dans le cratère adventif et profond *b*. La surface du sol en *a* était, en plusieurs endroits, à une température de 43 degrés. J'y recueillis une espèce de scorie verte et dure, à surface semi-vitrifiée, mince, et qui n'était pas plus large que la main. Elle était éparse de tous côtés et peu abondante. Elle était le produit de quelque petite éruption fort récente, car la surface des scories n'était salie ni par les cendres, ni par les vapeurs sulfureuses qui communiquent à tout leur couleur jaune.

Les bouches en *c* sont disposées à peu près comme celles en *a*. L'entonnoir *b* est rempli de grosses pierres entre lesquelles sortent les vapeurs. Il est probable que c'est un petit cratère dû à une éruption récente, et que, depuis, il a été comblé en partie

par les éboulements des parois adjacentes qui sont encore presque verticales.

Près du cratère *b*, et vers le torrent *ttt*...., on voit plusieurs tas de gros blocs de pierre, présentant, vus à quelque distance, exactement la forme de taupinières. Nous ne pûmes monter jusqu'aux bouches *d* et *e* dont nous voyions la fumée, car déjà la nuit approchait. Nous voyions également la bouche *F* du cratère, sans pouvoir nous donner la satisfaction de le reconnaître.....

Il pleut très fort, et nous nous réfugions en *C* dans le torrent *ttt*...., pour observer le baromètre sous un gros bloc. Malheur ! Le baromètre n'est plus !.... Il était quatre heures du soir.

Ici commence le pathétique de nos aventures. La pluie et la neige tombent à torrents ; en un clin d'œil, la presque île du cratère occidental est embrassée par deux grandes rivières ; les ravins, plus commodes que le reste à grimper, nous ne pouvons les suivre, car ils sont pleins d'eau, et les nombreuses masses arrachées par la violence des eaux suivent habituellement ces ravins ; l'artillerie du cratère fait de toutes parts un vacarme horrible, de gros blocs ricochent dix et vingt fois avant d'arriver au fond, en décrivant d'immenses trajectoires, et volant quelquefois par-dessus nos têtes ; l'écho vient augmenter mille fois ce redoutable tapage ; les pierres auxquelles nous nous cramponnons s'arrachent, et nous coulons en bas ; tout est couvert d'eau, de boue et de neige. Nos mains sont glacées, et je ne puis reconnaître la forme des objets que j'empoigne ; nous mangeons de la neige pour tromper la faim, et nous nous asseyons à chaque pas pour respirer. Nous sommes en vue du cratère oriental, et nous parlons d'aller sortir par les ouvertures *E* ; mais où serons-nous conduits ?..... Je suis toujours à l'avant-garde. Je gravis un rocher de peu de consistance ; arrivé au haut, le dernier effort que je fais avec le pied détache la masse : sauvez-vous, Garcia ! Si mon pauvre compagnon n'eût pu s'effacer contre un autre rocher, il était mort. Nous appelons l'Indien, qui ne répond pas ; sans doute, il ne peut nous entendre. Nous ne pouvons plus avancer, et nous revenons au projet de passer la nuit dans le cratère. Mais mouillés jusqu'aux os, sans vivres, il est certain que nous périssons dans la nuit ; si nous voulons nous sauver, il ne faut pas laisser s'engourdir nos membres.... Laissons ici une grande lacune, et plaçons-nous au haut du cratère où nous trouvons à sept heures du soir. Là je mangeai deux grandes poignées de neige pour éteindre le feu qui me dévorait ; j'en ai encore aujourd'hui tout le palais en lambeaux.

Plus d'Indien ; il est sans doute près des mules. Il est nuit depuis une heure , et la pluie continue à seaux. Nous nous laissons tomber sur la ponce , et , sans autre travail que celui de maintenir notre équilibre , nous arrivons au bas avec une rapidité étonnante. Nous crions , nous crions ; rien , plus de guide , plus de domestiques , plus de mules. Abandonnés ! Nous marchons rapidement pour conserver quelque peu de chaleur ; nous nous égarons , et je m'en aperçois. Alors il nous faut traverser un profond ravin pour nous rapprocher de ce que je croyais le bon chemin. Bientôt nous entendîmes aboyer des chiens , et peu après on répondit à nos cris. Nous étions sur la pente d'un grand ravin , d'où nous ne serions pas sortis sans le guide qui vint à notre secours. Nous étions dans une cabane vers neuf heures , après avoir fait environ trois lieues depuis le cratère. Là nous rencontrâmes nos déserteurs pleurant et nous croyant perdus depuis qu'ils avaient vu revenir le chien..... Le lendemain , nous retournâmes à la ferme , dont le propriétaire était fort inquiet à notre égard ; puis nous rentrâmes à Quito.

Nous avions mal choisi le moment de notre expédition ; c'était vers la fin de la belle saison , mais nous ne devions pas croire que les pluies commenceraient juste le jour de notre descente.

De tous les curieux et savants qui sont venus visiter le volcan , aucun n'est descendu dans le cratère. Il y a cent ans , les académiciens , après plusieurs tentatives , ont renoncé à entrer dans l'intérieur. Il fallait peut-être que deux fous effaçassent le mot *impossible*. La hauteur de laquelle nous sommes descendus , et que nous avons remontée ensuite , est plus grande que quatre fois la plus haute pyramide d'Égypte , cinq fois la tour de Strasbourg.

J'ai rapporté plusieurs roches du cratère , tout ce que pouvaient renfermer nos poches : trachyte porphyrique à pâte rouge et à pâte jaune , avec cristaux blancs ; trachyte à base très rouge , avec de nombreuses traces d'oxyde de fer ; conglomérats de soufre , cendres et feldspath calcinés ; scories et soufre en cristaux. Les scories brûlent avec l'odeur de l'acide sulfureux et une belle flamme bleue , laissant un résidu pulvérulent et humide , que n'attaque pas l'acide azotique. Le porphyre à base rouge me paraît être celui qui domine dans le cratère. Le cratère , brun , noir , présente un aspect horriblement beau. Grand nombre de roches ont leurs cimes effilées en pointe comme des lances ; des masses hautes de 30 mètres , détachées sur trois côtés et ne

tenant plus que par la racine, sont inclinées vers le centre du cratère, comme se préparant à s'y précipiter. Le second cratère se rapproche plus de la forme circulaire que le premier. Je crois le cratère occidental plus récent que l'autre, car les bouches actuelles y sont situées. Il est plus profond, ses parois sont plus roides, et la crête DDD....., effilée vers la gauche comme une lame de couteau, est arrondie vers le cratère de l'E., tandis qu'elle est droite et verticale vers le cratère de l'O. Le cratère oriental me paraît comblé déjà en grande partie par les éboulements qui se font encore à chaque moment. Quelle force prodigieuse il a fallu pour lancer ces masses immenses, lors de l'ouverture du cratère actuel, surtout si le cône, étant entier, avait 1000 mètres de hauteur de plus qu'aujourd'hui !

J'ai le projet d'aller, dans la belle saison prochaine, avec mon bon élève, faire une étude complète du volcan, et d'y passer une huitaine de jours, bien approvisionné, bien muni de tout le nécessaire. Nous tenterons de résoudre les questions suivantes: 1° lever du contour extérieur des cratères et des deux ouvertures vers l'O. et de l'intérieur; 2° reconnaissance des bouches volcaniques actuelles; 3° mesure des hauteurs; 4° composition géologique des cratères. Ce serait un travail bien curieux, et surtout intéressant pour la ville de Quito. Le Pichincha est donc loin d'être éteint, comme le croient les Quintiniens, sur la foi des géologues qui ont examiné de loin les cratères.

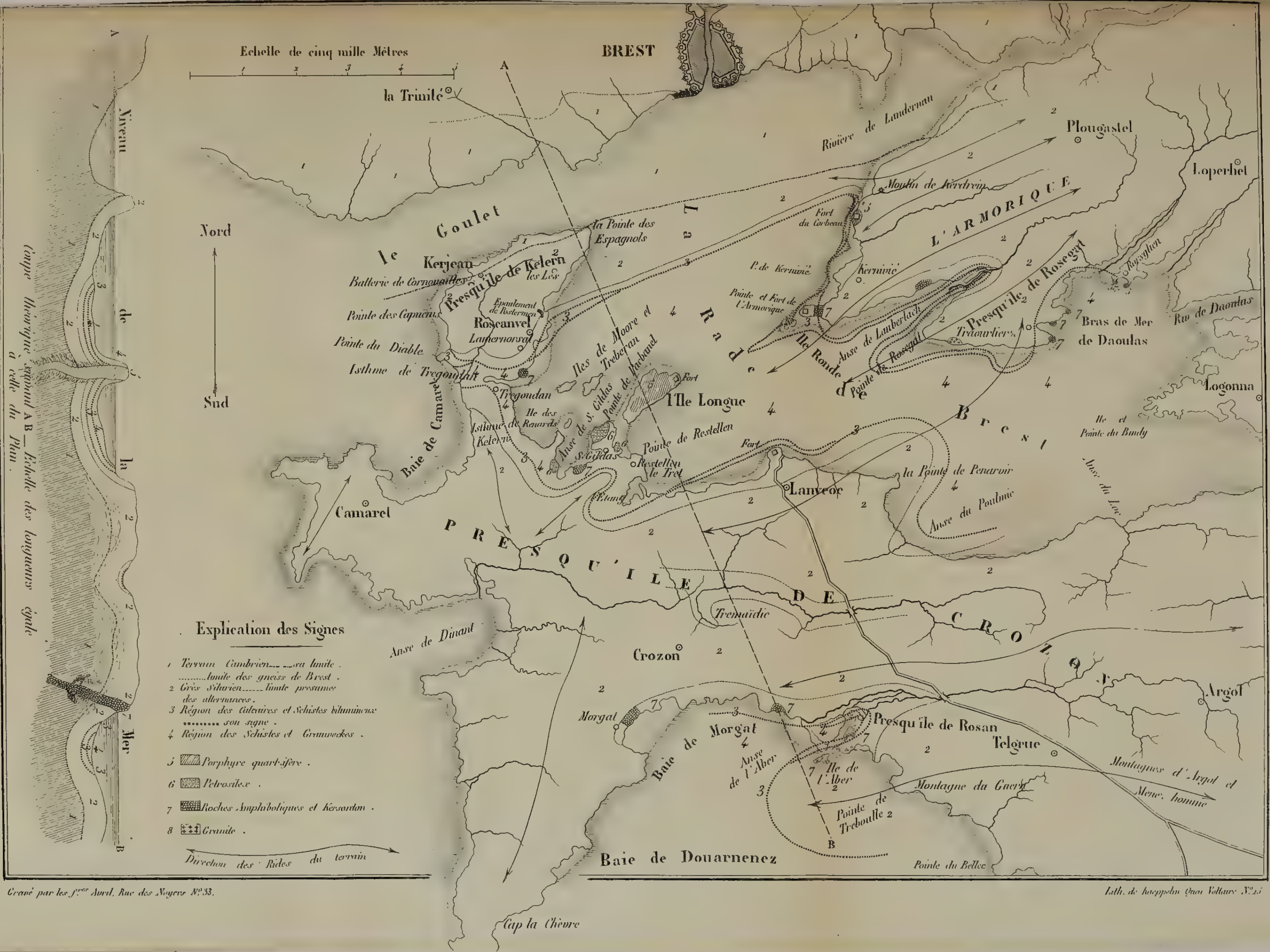
Je me propose de faire une belle collection de roches et de produits volcaniques, que j'enverrai à l'École des Mines, car là aussi j'ai reçu un accueil pour lequel je dois de la reconnaissance.

Voici quelques données physiques que j'ai prises dans mon expédition.

15 janvier à midi.	{	Température de l'air libre.....	8°, 10	} Crête du Pichincha en A.
		Température du baromètre.....	10°, 60	
		Hauteur corrigée du baromètre....	458 ^{mm} , 40	
		Hauteur à 0°.....	457 ^{mm} , 60	
		Ébullition de l'eau à.....	85°, 16	
à 1 heure.	{	Hauteur barométrique calculée pour 1 heure, et à la température de 10°, 6.....	458 ^{mm} , 20	} Hauteur du cratère oriental en B.
		Température de l'air libre.....	6°, 05	
		Température du baromètre.....	8°, 00	
		Hauteur corrigée du baromètre....	455 ^{mm} , 80	

Différence de hauteur calculée entre A et B = 528^{mm}, 80





J'ai résumé sur une reconnaissance , dont vous avez le dessin , tout ce que mon crayon et mes souvenirs m'ont permis de conserver. Ce dessin comprend un plan et trois coupes transversales, le tout accompagné de légendes explicatives, qui forment un résumé facile à consulter....

M. L. Frapolli donne lecture d'un *Mémoire sur la disposition du terrain silurien dans le Finistère, et spécialement dans la rade de Brest.*

Auteurs qui se sont occupés de la constitution géologique de la Bretagne.

MM. Hérault , Puillon-Boblaye, de Caumont, Deslongschamps, Desnoyers, Paillette, Rivière, Toulmonche, et plusieurs autres personnes, se sont occupés, sous des points de vue différents, de la constitution des terrains composant le grand massif qui occupe la Bretagne, la Vendée et une partie de la Normandie. M. de Fourcy vient de faire paraître les cartes géologiques circonstanciées des départements du Finistère et des Côtes-du-Nord. M. Durocher, professeur à la faculté de Rennes, s'occupe aussi depuis longtemps de l'étude géologique des terrains de la Bretagne; mais les résultats de ses observations ne sont pas encore publiés.

Après le grand travail dont MM. Dufrénoy et É. de Beaumont ont doté leur pays, après surtout que M. Dufrénoy a publié son *Mémoire substantiel sur l'âge et la composition des terrains de transition de l'O. de la France* (1), on ne saurait rien ajouter à la théorie des lois qui ont présidé au relief du sol dans la presqu'île armoricaine. La théorie est désormais arrêtée, et je suis heureux de constater que ceux mêmes qui voulaient d'abord s'en éloigner ont été ramenés, par des observations ultérieures, à reconnaître l'exactitude des idées émises par ce dernier savant. Je me bornerai donc à l'énonciation de quelques faits concernant la position relative des différents membres du terrain silurien dans le Finistère. Mais avant d'entrer en matière, je demande la permission de rappeler succinctement les traits principaux qui caractérisent la géologie de la Bretagne, sur lesquels tout le monde est à peu

(1) *Ann. des mines*, 5^e série, t. XIV, 1858.

près d'accord, et qui ont été dernièrement résumés avec tant de netteté par M. de Fourcy (1).

§ 1. GÉOGÉNIE DU SOL DE LA BRETAGNE ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES TERRAINS DANS LE FINISTÈRE.

A. Traits géologiques qui caractérisent le sol de la Bretagne.

Le relief actuel de la Bretagne est le résultat de plusieurs dépôts successifs interrompus par de violentes perturbations, par l'arrivée au jour et les éjections multipliées des roches feldspathiques et amphiboliques.

1° Après la solidification de la pellicule la plus superficielle du globe, la condensation des eaux à sa surface, et la formation de ces premiers sédiments dont l'âge relatif n'a pu encore être déterminé par les géologues, un grand dépôt avait eu lieu en Bretagne : c'est le terrain de transition inférieur ou *terrain cambrien*.

2° Par suite d'une première révolution à l'époque de la formation des montagnes connues sous le nom de système du Westmoreland et du Hunsrück, *les granites à petits grains* ont été portés au jour ; la direction de ce système est E.-N.-E. (E. 25° N.). Les couches cambriennes ont été disloquées et plus ou moins relevées ; leur direction moyenne actuelle doit être en rapport avec celle de ce premier système de soulèvement.

3° Une seconde période de tranquillité a permis aux *divisions supérieures des terrains de transition* de se déposer horizontalement au fond des nouvelles mers. En Bretagne, ces deux terrains sont réciproquement en stratification concordante (2).

4° « La seconde perturbation, dit M. Dufrénoy, a marqué la fin » des terrains de transition ; elle est imprimée en caractères ineffa-

(1) *Carte géologique du Finistère*, par M. Eugène de Fourcy, ingénieur au corps royal des mines, Paris, imprimerie de Fain et Thunot, 1844.

(2) Le terrain dévonien n'avait pas encore été élevé au rang d'une période particulière, et, vu la concordance avec les couches siluriennes sous-jacentes, cela n'était pas possible d'après des observations limitées à la Bretagne : aussi M. Dufrénoy avait été obligé de laisser ces deux terrains sous une même dénomination ; mais il avait entrevu cette division naturelle, et il l'avait clairement indiquée en partageant son terrain de transition moyen (si l'on regarde le terrain carbonifère comme constituant la partie supérieure des terrains anciens) en deux groupes

» cables dans la direction des buttes de Clecy. » Un ensemble de fentes s'est formé à ce moment dans une direction moyenne E. 15° S. M. Dufrénoy rattache à la formation de ces fentes l'apparition des *porphyres quartzifères* qui ont rejeté les couches anthraxifères des bords de la Loire, et qui sont si abondants dans différentes parties de la Bretagne. Par suite de ce cataclysme, les granites à petits grains ont été ébranlés; les couches cambriennes ont été nouvellement redressées, et les dépôts siluriens et dévonien ont perdu à leur tour leur horizontalité primitive (1).

5° Le dépôt du *terrain carbonifère* repose à Littry, d'après des observations publiées par M. Hérault, en stratification discordante sur les porphyres quartzifères; c'est en s'appuyant sur ces observations que M. Dufrénoy a établi la priorité de ces roches par rapport au terrain houiller.

6° D'après M. Élie de Beaumont (2), « la côte, dirigée presque » du N. au S., qui forme la limite occidentale du département de » la Manche, et différentes lignes de fractures, dirigées de même » dans le sens du méridien que présente le Bocage de Normandie, » doivent probablement leur origine première à des dislocations » tenant au troisième système de soulèvements, celui qui, dans le » nord de l'Angleterre, a relevé les couches carbonifères. »

Il n'est pas à ma connaissance qu'on ait indiqué jusqu'à présent dans la Bretagne proprement dite des dislocations qui soient en rapport avec cet ordre de phénomènes : or je ne vois pas pourquoi l'on refuserait d'admettre que la direction générale des côtes, qui, dans le Finistère, tronquent brusquement à l'O. les deux grands plateaux granitiques, ait eu une même origine. L'a-

distincts et indépendants, le groupe des *quarzites* et *schistes ardoisiers* et le groupe *anthraxifère*. Il se fondait pour cela sur l'existence de poudingues au milieu du terrain et sur des considérations paléontologiques.

(1) On a trouvé des fragments de porphyre quartzifère dans certains dépôts intercalés entre les couches d'anthracite des environs de Chalonnes. Ce fait, qui, au premier abord, paraîtrait devoir soulever des doutes sur la véritable place que les couches anthraxifères occupent dans la série géologique, ne prouve pas autre chose sinon que les éruptions porphyriques ont continué pendant toute la période dévonienne, le soulèvement du terrain et la cessation des éruptions n'ayant eu lieu qu'après cette époque.

(2) *Recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe* (extrait joint à la traduction du *Manuel géologique* de M. de la Bèche, par M. Brochant de Villiers).

nomalie que présente la presqu'île de Douarnenez et la Pointe-du-Raz est facile à expliquer si l'on réfléchit que cette langue de terre est due, ainsi que nous le verrons à la fin de ce travail, au soulèvement postérieur des granites à gros grains. Les fentes que j'ai observées dans le granite de plusieurs localités de la Bretagne et de la Normandie, et notamment près d'Avranches (1), viennent à l'appui de cette opinion.

7° Nouvelle révolution postérieure au dépôt du Zechstein, par laquelle des déchirements ont eu lieu dans la croûte terrestre, suivant une direction voisine de l'E.-O. (E. 5° S.) ; ces déchirements et les soulèvements qui en sont résultés font partie du 4^e système de montagnes, celui des Pays-Bas et du sud du pays de Galles. Arrivée au jour des *granites à gros grains et porphyroïdes*, des pegmatites, siénites, leptinites et de toutes les roches qui s'y rapportent. Ce cataclysmisme a laissé des traces profondes dans le pays. Les terrains houillers, qui avaient dû être disloqués par le 3^e système de soulèvement, l'ont été encore une fois et bien plus énergiquement dans cette circonstance.

8° M. Desnoyers, qui a beaucoup étudié le sol secondaire de la Bretagne et de la Normandie, et dont nous avons de beaux et sérieux travaux sur les lambeaux tertiaires de ces contrées, attribue l'apparition des *masses amphiboliques* si fréquentes dans le pays à un système de fentes qui se seraient formées dans une direction voisine du méridien, et qui se rattacheraient au système de Corse et de Sardaigne. Cette dernière convulsion a eu pour effet de modifier partiellement encore une fois les terrains préexistants. L'origine des filons métallifères de Poullaouen et autres daterait probablement de cette époque. M. Dufrénoy pense que, soit l'éruption des amphibolites, soit la formation des filons plombifères, pourraient très bien se rapporter à plusieurs époques différentes. M. de Fourcy attribue à cette même cause les dislocations qui ont modifié la disposition primitive du terrain

(1) Je trouve dans mon *Journal de voyage de la route d'Avranches à Mortain* ce qui suit : Des fentes nombreuses séparent le granite de manière à lui donner l'aspect d'une roche stratifiée dont les couches auraient depuis 0^m,3 jusqu'à 2^m,00 et plus d'épaisseur. J'ai observé ces fentes dans trois carrières ou escarpements différents; elles sont très remarquables par la régularité de leur direction N. 10° E., et de leur inclinaison d'environ 80° E. Les surfaces qui résultent de ces fentes ne présentent aucun indice de glissement.

silurien à l'extrémité de la presqu'île de Crozon. Nous verrons à la fin de ce petit travail jusqu'à quel point il nous est permis d'accepter cette hypothèse.

9° On observe dans différents endroits des lambeaux de *terrains tertiaires* parfaitement horizontaux ; la nature des fossiles que l'on trouve dans quelques uns de ces dépôts les fait regarder comme appartenant aux époques miocène et pliocène.

10° Quelques *formations modernes* complètent ce tableau : ce sont des tourbières et des dépôts de coquilles marines actuelles.

Aucune trace des autres révolutions qui ont bouleversé le globe n'a été jusqu'à présent remarquée en Bretagne ; il ne serait cependant pas impossible qu'on en découvrit, surtout si l'on s'attachait à faire des observations exactes et suivies sur la direction des failles et des fentes qui traversent les terrains stratifiés et les massifs granitiques.

B. *Distribution géographique des terrains dans le Finistère.*

La distribution géographique de ces différents terrains et l'existence de la presqu'île elle-même sont la conséquence des accidents que le sol de la Bretagne a éprouvés.

M. Boblaye a fait remarquer, il y a longtemps (1), que depuis la Vendée et le Calvados jusqu'à l'extrémité occidentale des terres, deux longs plateaux granitiques opposent une digue puissante aux envahissements de la mer. Ils sont séparés par une dépression longitudinale dont la direction moyenne E. 15° S. coïncide avec la direction normale des formations siluriennes. C'est dans cette vaste dépression que se trouve renfermée la presque totalité des couches sédimentaires de la contrée. Ces couches peuvent être considérées comme faisant partie de deux massifs stratifiés principaux, dont le plus étendu, situé dans le bassin oriental de la presqu'île, va plonger sous les dépôts oolithiques et crétacés dans la grande plaine du nord de la France ; dont l'autre, plus circonscrit, forme le centre du Finistère et disparaît à l'ouest sous les vagues de l'Océan. Les *couches siluriennes* occupent la plus grande partie de ces deux bassins ; le *terrain cambrien* ne paraît que sur une surface beaucoup plus restreinte. On ne trouve en Bretagne que des lambeaux des terrains *dévonien* et *carbonifère*.

Ainsi, le *terrain cambrien* qui se montre sur une étendue considérable dans le Bocage normand, où il n'est recouvert que par

(1) *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, t. XV.

des plaques de terrain silurien , paraît beaucoup plus rarement à la surface dans la Bretagne proprement dite ; ici on ne peut l'étudier que lorsqu'il déborde de dessous le terrain silurien , ou qu'il perce du milieu de ce même terrain. Mais les couches cambriennes , ayant été les premières à se déposer , ont dû subir l'influence de tous les dérangements postérieurs : aussi leur délimitation est-elle extrêmement difficile. Les *granites à petits grains* se trouvent principalement concentrés dans le vaste plateau du sud qui occupe la partie méridionale du Finistère et presque tout le Morbihan ; deux grandes bandes de ces mêmes granites appartenant au plateau septentrional se montrent à découvert au nord de Brest et dans les environs de Guerlesquin. Le *terrain silurien* recouvre presque toute la surface de la dépression centrale. M. Dufrénoy a remarqué le *terrain dévonien* aux environs d'Huelgoat, d'Ingrande et de Chalonnès. On observe sur les bords de la Loire les *porphyres quartzifères* qui forment une série de buttes alignées suivant la direction propre de ces roches éruptives. On les voit avec un aspect minéralogique un peu différent, et profondément décomposés, se présenter aux environs de Poul-laouen et d'Huelgoat, et remplir de leurs masses refroidies les nombreuses ouvertures qui se sont pratiquées dans ce point ; véritables bontonnières , si l'on me permet de me servir d'une expression familière à M. de Beaumont, qui ont été ouvertes irrégulièrement à la surface du sol, et qui servent à fixer l'écorce sédimentaire à la portion solidifiée du noyau central. Enfin ces mêmes porphyres se montrent en une multitude de points dans la rade de Brest, aux environs de Rennes, de Paimpol, de Gourin, et dans d'autres parties de la Bretagne. Le *terrain carbonifère* a été étudié à Litré, près de Quimper et de Kergonne, et à Bléden à l'extrémité de la Bretagne, non loin d'Audierne. Le massif granitique d'Huelgoat, les granites au sud de Morlaix, ceux de Guelevain et de Rostrenen, plusieurs autres masses intercalées dans les granites plus anciens à petits grains, ainsi qu'on les voit au nord du Conquet, et qui ont relevé les couches houillères évidemment antérieures de la presqu'île de Douarnenez, appartiennent aux *granites à gros grains et porphyroïdes*. Les *siénites* qui se lient à ces roches sont répandues abondamment au nord de Morlaix. Les masses ignées connues dans le pays par leur nom générique de *roches amphiboliques*, ainsi que M. Dufrénoy l'a fait remarquer, n'appartiennent probablement pas toutes à une même époque d'éruption, et j'ajouterai que si l'on doit en juger d'après leurs caractères minéralogiques, quelquefois très diffé-

rents, on peut présumer qu'une étude sérieuse de leur composition chimique nous révélera des différences bien plus essentielles dans leur nature. Quoi qu'il en soit, ces masses d'éruption, auxquelles on donne assez souvent des noms arbitraires ou génériques, tels qu'amphibolite, roche feldspathique, roche verte, roche de mica, etc., sont répandues abondamment sur le sol du Finistère; c'est dans les environs de Poullaouen et de la rade qu'on en a indiqué le plus grand nombre, peut-être parce que ces localités ont été étudiées mieux que le reste du pays. On ne connaît aucun *lambeau tertiaire* un peu considérable dans le Finistère, si ce n'est celui de Toulven, près de Quimper, étudié par M. Rivière, et certains dépôts de sable peu importants et assez problématiques, tels que celui qu'on rencontre dans la rade, au-dessus des falaises, entre Lauveoc et le Fret, et qu'on exploite à l'usage de la fonderie de l'arsenal de Brest. Je n'hésite pas à regarder ce dernier dépôt comme tertiaire, en m'appuyant pour cela sur l'opinion de M. Durocher, qui, ayant parcouru la Bretagne en tous sens, peut par conséquent mieux que personne apprécier les analogies que présentent ces lambeaux de terrains sans suite. Je ne parlerai point des restes de dépôts tertiaires qui existent dans les autres départements du massif breton, car cela m'écarterait de mon but. Quant à la grande dénudation postérieure qui a rasé et façonné la surface actuelle de la Bretagne, je ne pourrais rien dire de bien précis; les débris diluviens sont rares et peu marqués. M. Dufrénoy a caractérisé ce phénomène aussi bien qu'il est permis de le faire d'après nos connaissances actuelles: « Il me semble, dit-il, qu'une cause générale a nivelé » ces montagnes, et l'existence sur un grand nombre de som- » mités de petites plaques tertiaires vient appuyer cette présomp- » tion. » Les matériaux qui ont dû résulter de ce nivellement ont été probablement entraînés au loin dans la mer par la violence des causes agissantes. On trouve des *tourbières modernes* dans l'intérieur du Finistère. Les *dépôts de coquilles* de la Manche des environs de Morlaix sont importants pour l'industrie (1).

La conformation des côtes de la Bretagne, le cours de ses rivières, le relief et la direction des petites chaînes de montagnes qu'elle possède, sont intimement liés avec la composition du sol et les ébranlements auxquels il a été soumis.

(1) Aucun dépôt calcaire n'étant connu dans l'intérieur du Finistère, on en transporte jusqu'à Poullaouen pour les services de l'usine.

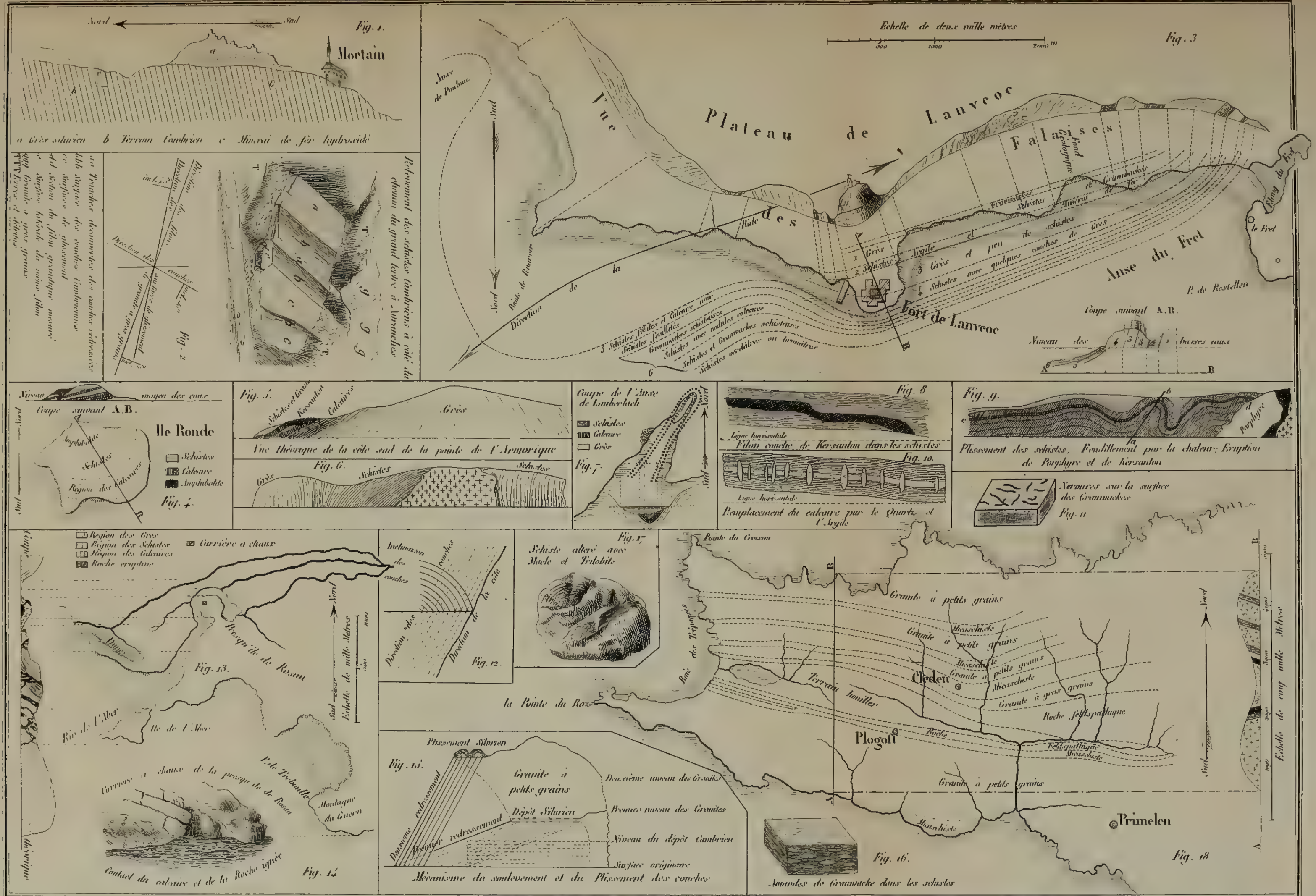
§ 2. MOYENS D'ÉTUDIER LE TERRAIN SILURIEN EN BRETAGNE, ET
APERÇU GÉNÉRAL DE LA RADE DE BREST.

A. — *Sous quel point de vue j'ai étudié le terrain silurien de Bretagne.*

La première chose à faire pour quiconque veut s'occuper de l'étude d'un massif géologique est de se former un itinéraire qui lui permette de voir successivement les différentes formations dont se compose le massif, et de bien observer les relations naturelles réciproques de ses diverses parties. Or, si, lorsqu'on se propose d'étudier les terrains de transition de la Bretagne, et le terrain silurien en particulier, l'on jette un coup d'œil sur la grande carte géologique de France, on aperçoit facilement l'allure générale des couches, et l'on est bientôt fixé sur la route que l'on doit suivre pour couper les différents affleurements, et arriver à une connaissance exacte des superpositions et de la disposition de ces terrains. Mais de nombreuses difficultés se présentaient devant moi : l'intérieur de la Bretagne est tellement bouleversé, rasé, recouvert partout de terre végétale ; les grès, qui seuls présentent leurs flancs à découvert, sont tellement fracturés ; la végétation est si vigoureuse partout où elle est favorisée par la décomposition facile des schistes et du granite, partout où l'imperméabilité des roches massives entretient une humidité continuelle, que l'observation des couches du sol devient extrêmement difficile, et n'est guère possible qu'à l'œil exercé des géologues les plus habiles. Peu confiant dans mes propres forces, j'ai suivi pas à pas les observations de M. Dufrénoy dans la haute Bretagne. J'ai parcouru les bords de la Loire et sa belle coupe du terrain de grès et d'ardoises entre Nantes et Rennes ; j'ai été dans la plupart des points visités par lui dans le Bocage normand ; je suis allé voir les terrains anciens du Calvados et de la Manche. L'étude des couches du sol dans la Normandie a pu fixer mes idées sur l'existence de deux terrains de transition, et de la superposition discordante et immédiate du grès silurien sur les schistes plus anciens (1). Le pays entre Nantes et Rennes m'a donné une

(1) Ne pouvant répéter ici tous les exemples que M. Dufrénoy donne de cette superposition dans le Calvados et dans la Manche, je me bornerai à citer les hauteurs de Guilberville entre Saint-Lo et Vire, et les environs de Mortain. Lorsque de cette dernière ville on s'éloigne à l'O. sur le chemin des forges de Bourbe-Rouge, on voit s'élever au N. de la route, et presque parallèlement avec celle-ci, une grande crête escarpée





esquisse de la composition et de la disposition du terrain silurien lui-même. Il me restait encore une grande étendue de terrains anciens à étudier, toute la partie comprise dans la Basse-Bretagne. Malheureusement pour moi, M. Dufrénoy n'avait pas entrepris une étude spéciale de ce dernier pays ; les données qu'il possédait déjà lui suffisaient pour arrêter ses théories générales. La carte géologique du Finistère par M. de Fourcy n'avait pas encore été publiée lorsque je me trouvais dans ce département vers la fin de l'été de 1844. La position relative des schistes luisants des montagnes d'Arrhée et des grès qui se trouvent à leurs pieds ou sur leurs flancs, l'infériorité de ces mêmes grès par rapport aux autres parties du terrain silurien, étaient encore douteuses pour quelques esprits. J'ai voulu acquérir une conviction à cet

et très ravinée de grès silurien ; cette crête, qui s'étend sur une longueur de plus de trois lieues, court dans la direction normale E. 15° S. ; la surface du sol descend vers le S. et met à découvert des couches très inclinées de schistes appartenant au terrain cambrien ; ces mêmes roches sont exploitées dans le bas de la vallée derrière les escarpements auxquels les forges sont adossées ; leur discordance, par rapport aux couches de grès qu'on voit supérieurement, paraît évidente. Ce fait, de l'exactitude duquel j'ai pu me convaincre dans mes courses, a été reconnu par M. Dufrénoy. On traverse le même chaînon de grès au N. de Mortain et tout près de la ville, sur les routes réunies de Vire et d'Avranches. Les tiges perpendiculaires aux couches d'un fossile qui n'a pas encore été déterminé, met en évidence le peu d'inclinaison qu'elles ont. A peine a-t-on dépassé le petit col que la route traverse, on voit au-delà du ruisseau, sur sa droite, un chemin qui conduit à une exploitation de fer hydroxydé. En suivant ce petit chemin, on se trouve bientôt en face d'une longue tranchée, large de 5 à 6 mètres, sur une profondeur de 15 à 20 mètres, pratiquée au milieu de schistes presque verticaux. Cette exploitation se trouve à peu près exactement au N. de Mortain et à une demi-lieue de cette ville ; la substance ferrugineuse hydroxydée a pénétré certaines couches ; cette pénétration paraît avoir eu lieu après le redressement et la dénudation des schistes, car les matières les plus riches en minéral sont celles qui composent la tranche supérieure des couches qui viennent affleurer au jour. Plus on s'enfonce, plus le schiste devient pauvre, et au-delà d'une certaine profondeur il finit par être tout-à-fait stérile. Les couches schisteuses ainsi mises à découvert sur leur côté sont presque verticales ; elles plongent cependant toujours un peu vers le S. ; leur direction est environ E. 15° à 20° N. Cette direction et cette inclinaison les rapprochent du terrain cambrien. La coupe théorique des environs de Mortain, du N. au S., qui résulte de ces observations, serait celle qu'on voit pl. XVIII, fig. 1.

égard ; je visitai aux environs de Poullaouen le centre du massif silurien, j'en étudiai successivement toutes les assises par une coupe des montagnes d'Arrhée. Mais cette partie du pays est très bouleversée par les éruptions postérieures, le sol en est également recouvert et caché par la terre végétale et par la culture ; il aurait fallu le parcourir dans plusieurs directions. Ne pouvant donner beaucoup de temps à ces recherches, j'ai pu, si l'on veut, me former une opinion personnelle sur le gisement de ces terrains, mais elle n'était point encore appuyée par ces preuves convaincantes qui rendent l'observateur bien assuré de son fait, et en l'absence desquelles, de peur d'être induit en erreur, on ne doit jamais hasarder de théories. En de telles circonstances, j'ai pensé que le rivage de la mer pourrait seul, par ses falaises, me permettre d'arriver promptement à mon but, et j'y ai dirigé mes observations. Nous avons déjà vu que le bassin du Finistère se dirige de l'E. à l'O., s'abaisse peu à peu et va se perdre sous les eaux de la rade et de la baie de Douarnenez. Or, la direction des couches sédimentaires du pays étant peu éloignée de l'E.-O., les côtes qui bordent cette partie de l'Atlantique sont coupées de manière à mettre successivement à nu sur les falaises toutes les couches qui sont renfermées entre les deux grands plateaux granitiques du S. et du N. Cette circonstance rend assez faciles les observations stratigraphiques. M. Dufrénoy avait pris son point de départ du massif de Rennes, et en avait tiré par analogie des conclusions sur la disposition du terrain silurien dans le reste de la Bretagne ; j'ai pensé que ma tâche serait moins difficile en essayant de tirer quelques inductions d'après la disposition du même terrain sur les côtes de la rade. Mon travail aurait l'avantage d'arriver aux mêmes conclusions par l'étude d'un point différent. C'est en procédant d'une manière analogue que nous pourrions parvenir à constater l'existence du terrain cambrien dans le Finistère par des considérations autres que celles de discordances de superposition.

B. — *Aperçu général de la rade de Brest.*

La rade de Brest est presque complètement renfermée au milieu du terrain silurien, qui en forme le fond et la plus grande partie des côtes ; la superposition des couches, leur stratification, les fossiles qu'elles contiennent, tout concorde à bien déterminer l'âge de ce terrain. Les mouvements subis par lui, la différence de dureté des roches qui le composent, les îlots fréquents de ma-

tières ignées qui ont percé au jour dans ces parages, ont contribué à rendre les côtes très découpées et à former ces anses nombreuses, ces pointes saillantes, ces larges et profondes rivières dans lesquelles la marée remonte de plusieurs lieues et qui caractérisent en général les côtes de la Bretagne, mais plus spécialement encore celles de la presqu'île du Finistère. Toutes les côtes de la rade et de la baie de Douarnenez se ressemblent; elles sont généralement abruptes, dépouillées de végétation, d'une hauteur qui varie entre 30 et 100 mètres; elles sont terminées par des falaises qui, dans l'intérieur de la rade, ont ordinairement 10 à 20 mètres de hauteur à pic; l'action incessante des vagues de l'Océan, unie à la disposition différente des couches, augmente à l'O. de la presqu'île de Kelern la hauteur des falaises verticales jusqu'à 40 et 50 mètres. Plusieurs causes concourent à rendre tristes et mornes les côtes dans cette partie du Finistère: l'élévation peu variée qui les rend uniformes et monotones au loin; leur déboisement absolu et presque général, provenant de ce qu'elles sont ordinairement constituées par le grès siliceux, qui, étant par sa nature très peu décomposable, ne donne que des surfaces arides et stériles; la violence avec laquelle les vents de l'O. soufflent très souvent avec une grande constance pendant plusieurs semaines, et qui contribue pour beaucoup à empêcher la végétation des arbres; l'étendue des marées, qui viennent les ravager même là où elles seraient à l'abri de la fureur des tempêtes, tout ajoute à la sévérité de ce tableau, jusqu'à ces fortifications à demi délabrées qui couronnent les hauteurs de la rade.

La dépression qui donne lieu à la rade de Brest a une longueur de l'E. à l'O. de plus de 2 myriamètres, depuis Roscanvel, dans la presqu'île de Kelern, jusqu'à Laudevenec, près de la rivière de Châteaulin; elle a une largeur d'environ 10 kilomètres de Brest à Lanveoc. Limitée au N. par les granites du plateau septentrional et par les terrains qui y sont appuyés, elle baigne à l'O. et au S. les côtes siluriennes des presqu'îles de Kelern et de Crozon. Un grand promontoire, ou pour mieux dire une série de promontoires, s'avancent du N.-E. et la partagent en deux vastes bassins: c'est l'*Armorique*.

§ 3. TERRAIN CAMBRIEN DANS LA RADE DE BREST.

Il n'entre pas dans la tâche que je me suis imposée d'examiner dans cette rade, par des observations directes, la superposition des terrains silurien et cambrien; je m'en rapporte donc, pour tout ce

qui regarde ce dernier terrain , à ce qu'en ont dit et M. Dufrénoy et M. de Fourcy. Les côtes au N. de la rade , à droite et à gauche de la ville de Brest , sont constituées par des gneiss ou des schistes altérés qui s'appuient sur les granites du plateau N. , et qui , à cause de leur direction , de la direction générale de la côte E. 20° N. , jointes à l'état avancé de métamorphisme dans lequel ils se trouvent, sont regardés comme cambriens. D'après M. de Fourcy, les mêmes schistes sont visibles à l'E. de la rade , au pied des hauteurs qui s'élèvent sur la rive gauche de la rivière de Landernau ; ils disparaissent sous les grès qui constituent le plateau de l'Armorique et par lesquels commence le terrain silurien. De l'autre côté de la rade , le grès silurien forme la pointe des Espagnols , à l'extrémité septentrionale de la presqu'île de Kelern. Le terrain silurien entoure toutes les autres parties de la rade.

§ 4. SERRAIN SILURIEN SUR LES CÔTES DU FINISTÈRE.

A. — Côte O. de Lanveoc , île Longue , presqu'île de Kelern.

Transportons-nous à Lanveoc ; au centre du massif silurien , placé sur une pointe saillante de la presqu'île de Crozon , au milieu de la rade et à égale distance de presque toutes les côtes qu'on a à visiter, soit du côté de celle-ci ou de la baie de Douarnenez ; cet endroit est très propre à servir de point de départ pour l'étude du terrain. Ajoutez-y la facilité d'y avoir un bon logement et de se procurer de petits canots pour faire la traversée des différents bras de mer.

En avant de Lanveoc se trouve une pointe sur laquelle est bâti le fort du même nom. La direction apparente de cette pointe est vers le N. ; mais la direction réelle des couches est E. 15° à 20° N. ; elles sont régulièrement relevées vers le S. , leur inclinaison N. étant d'environ 45° (voyez le plan et la coupe de la côte O. de Lanveoc, pl. XVIII, fig. 3). L'extrémité de la pointe est formée par des couches d'un calcaire noirâtre, demi-cristallin , et qui a été pendant quelque temps en exploitation ; on ne peut la voir qu'aux époques des plus basses marées. Si maintenant nous suivons la côte à l'O. de cette pointe , au pied des falaises et par une mer très basse , en partant du calcaire nous rencontrerons d'abord des grauweekes et de puissantes couches de grès qui alternent avec elles et avec quelques schistes ; ce sont ces couches qui constituent le petit promontoire sur lequel est bâti le fort. Le grès renferme quelques fossiles. M. de Verneuil, qui a bien voulu donner

un coup d'œil à la petite collection que j'ai rapportée de la rade, y a reconnu l'*Orthis striatula*, un petit *Spirifer* qui paraît être le *micropterus*, et deux ou trois autres fossiles non encore déterminés. Plus loin on voit des schistes imprégnés d'hydroxyde de fer qui, dans plusieurs endroits, constitue un véritable minerai. Suivent des alternances de grès, de grauwaacke et de schistes; mais ces derniers sont toujours peu abondants, et les grès sont plus grossiers et moins blancs que ceux qu'on a vus sous le fort de Lanveoc. L'inclinaison des couches va en augmentant; elles sont souvent plissées et même renversées; cela fait que les directions que l'on prendrait dans cette localité avec la boussole ne pourraient représenter l'allure véritable du terrain. L'alternance des grès, des grauwaackes et des schistes continue jusqu'au fond géologique de l'anse du Fret. J'appelle fond géologique la partie de l'anse où se trouvent les couches les plus inférieures qui soient coupées par la mer en cet endroit. La direction moyenne des couches est E. 25° N.; leur inclinaison augmente jusqu'à 60°. Si de ce point on s'éloigne de la côte pour remonter sur le plateau, on se trouve presque immédiatement sur la grande masse des grès par lesquels il est formé. A partir du fond géologique de l'anse du Fret, la côte, qui était dirigée jusqu'à présent vers le S.-O., se replie un peu vers l'O. Or, si de ce point l'on continue son chemin vers l'étang, on rencontre, en remontant, les mêmes couches sur lesquelles on était descendu pendant la première moitié de la course. D'abord les grès, schistes et grauwaackes; puis les couches de schiste, argiles schisteuse et hydroxyde de fer; des grès avec peu de schistes (le même grès qui passe sous le fort de Lanveoc); des schistes avec quelques minces couches de grès; enfin des schistes fétides, noir bleuâtre, renfermant une grande quantité de nodules d'un calcaire noir très analogue par son aspect à celui qui affleure sous le fort. Les schistes qui renferment ces nodules ont une couleur bleu foncé toute particulière; ils contiennent de nombreuses empreintes organiques et sont très fétides. A chaque coup de marteau, des gaz puants, produits de la décomposition des anciens habitants de la mer silurienne, se dégagent de leur prison séculaire, et l'odeur en est parfois assez forte pour qu'elle devienne incommode. La direction des couches est ici E. 25° N.; l'inclinaison 70° N. J'ai rapporté de cette localité un grand nombre d'échantillons avec des empreintes d'animaux, mais en général mal conservées. Parmi les fossiles déterminables on y trouve le *Pleurodyctium problematicum*, *Calymena macrophthalma*, *Pentamerus galeatus*, *Terebratula*

concentrica, une *Leptaena* voisine de la *transversalis*, un *Cyatophyllum* ou *Petrea*, un *Orthocère* ou *Orthis*, une grande quantité de fragments de tiges d'*Encrines* non déterminés, de petites tiges branchues que l'on dirait appartenir à des végétaux (1), et différentes autres empreintes méconnaissables ou non étudiées. Nous sommes ainsi arrivé à la dernière petite proéminence qui se rencontre sur cette côte avant de rejoindre la pointe qui défend l'entrée de l'étang du Fret; et géologiquement parlant, nous sommes à la hauteur du calcaire qui se trouve au pied du fort de Lanveoc. La coupe pl. XVIII, fig. 3, peut donner une idée de la superposition des couches dans l'étendue de côte que nous avons parcourue depuis ce fort. Elle nous représente un calcaire, 5, qui a été pendant quelque temps en exploitation, et qu'on ne voit qu'aux époques des plus basses marées. Ce calcaire repose sur une série de couches alternantes de grauwacke, de grès, de schistes, le tout formant un ensemble dont l'épaisseur peut être évaluée moyennement à 3 ou 400 mètres au plus; ces couches font passage aux grès qui constituent les plateaux de la presqu'île de Crozon.

Si, à partir de la proéminence indiquée ci-dessus, on continue d'avancer vers l'ouest, puisque la côte ne change pas de direction et qu'elle tourne même quelque peu au nord, on remontera nécessairement au-dessus du calcaire sur les formations siluriennes supérieures. Les couches qu'on rencontre lorsqu'on remonte des schistes fétides avec nodules calcaires, que j'appellerai dorénavant la *région calcaire*, jusqu'à l'étang du Fret, sont : des schistes feuilletés; quelques grauwackes schisteuses; quelques schistes avec nodules calcaires, mais dans lesquels je n'ai pas vu d'empreintes organiques; enfin des schistes et des grauwackes schisteuses. La couleur dominante de toutes ces couches est le brun verdâtre; à marée basse on les voit, rasées par la mer, former de longs sillons sur la grève, circonstance qui permet de prendre leur direction avec plus de certitude qu'on ne peut le faire dans la plupart des cas. La direction ainsi prise m'a donné N.-E., 2° à 5° N. Devant la digue de gravier qui ferme l'étang du Fret, et au-delà jusqu'au village de ce nom, l'alternance des schistes avec quelques minces bandes de grauwacke se continue. La direction de ces couches est toujours N.-E.; l'inclinaison en est assez forte

(1) C'est également à l'obligeance de M. de Verneuil que je dois la détermination de ces fossiles et de quelques autres que j'aurai l'occasion de citer dans le courant de ce travail.

vers le N.-O., mais il est difficile de l'apprécier, car les affleurements ne sont visibles que sur les sillons de la grève. Depuis le Fret jusqu'aux racines de cette langue de terre qu'on appelle l'Ile Longue, la côte se dirige vers le N.-O.; elle est formée en entier par des schistes. A moitié chemin environ, près de la pointe de Restellen, la direction des couches schisteuses est E., 25° N.; en approchant de l'Ile Longue, les schistes reprennent une direction N.-E.

Cette terre, qui en réalité n'est qu'une presqu'île dont l'isthme, recouvert par du gravier, est occupé par les eaux aux temps des grandes marées d'équinoxe, doit probablement son origine aux masses de porphyre quartzifère qu'elle renferme, et dont les vastes carrières fournissent de pavés Brest et les autres villes des environs; on m'a assuré que l'on envoyait de ces pavés jusqu'à Bordeaux. Les deux tiers de l'Ile Longue, et notamment toute sa partie antérieure, sont occupés par ces porphyres. Ils sont naturellement verdâtres, et rougissent par l'exposition à l'air. Ce changement de couleur, que j'ai souvent entendu rappeler par M. E. de Beaumont, est assez habituel aux porphyres: aussi j'ai remarqué un changement analogue dans quelques porphyres d'Italie; aux environs de Poullaouen, tous les porphyres paraissent être d'un jaune brunâtre, mais ce résultat est dû à l'état avancé de décomposition dans lequel ils se trouvent; car si l'on est assez heureux pour tomber sur une surface récemment mise à découvert et où la décomposition n'ait pénétré qu'à demi, on retrouve la couleur rouge plus ou moins foncée. Il est probable qu'à de plus grandes profondeurs la roche n'ayant pas été atteinte par l'influence des agents atmosphériques, on la trouverait avec sa couleur primitive. On explique ces changements de couleur comme étant le résultat de modifications dans l'état chimique du fer contenu dans la roche. Aux alentours de ces masses éruptives, les schistes ne sont guère altérés en aucune manière; mais ayant été par elles bouleversés et soulevés, leur direction doit nécessairement être très variable.

Depuis la petite pointe au N. de l'Ile Longue, qu'on appelle la pointe de Pachanel, et sur toute la côte, jusqu'à l'anse de St-Gildas, qui sépare cette colline de la presqu'île des Renards, on voit l'éruption d'une espèce de pétro-silex blanchâtre. Ce même pétro-silex s'était déjà montré au milieu des schistes sur la grève un peu avant l'Ile Longue; on peut le voir de nouveau avant d'arriver à l'Ile des Renards. Au fond de l'anse elle-

même et y formant une petite pointe, paraît une masse noire d'amphibole et de mica, se décomposant par boules, et qui appartient à ces espèces de roches connues sous le nom générique de Kersanton, qui acquièrent une si grande importance dans la partie orientale de la rade. Les schistes qui entourent ces roches ignées sont encore inaltérés; leur direction est souvent N.-S.

Mais il suffit de dépasser l'île des Renards, autre presqu'île qui est en partie recouverte par les hautes mers, pour que les schistes reprennent la direction d'auparavant. Vers le milieu de la côte qui s'étend entre cette île et l'isthme de Kelern, les schistes se montrent sur la grève avec une direction E. 15° S., leur inclinaison étant de 15° N. A ce point, les couches changent d'inclinaison, et l'inflexion qui a lieu se présente du côté de sa concavité. On peut encore observer que ces couches ne sont pas simplement plissées, mais qu'elles sont aussi relevées par leurs tranches dans un autre sens, comme si un soulèvement postérieur avait eu lieu vers le S.-O. Bientôt après, même avant d'arriver à la presqu'île de Kelern, on voit les schistes se maintenir dans la direction ordinaire N.-E., mais ayant une inclinaison de 45° S.

Les schistes qu'on rencontre sur ce point de la côte appartiennent à la partie la plus supérieure des couches siluriennes de la rade. On y trouve des empreintes très bien caractérisées du *Spirifer speciosus*, et de la *Leptaena Murchisoni*, la même qui se trouve à Siegen, dans le département de la Manche, à Vitré, et dans les Asturies; un grand Spirifère indéterminé, le même qu'on trouve près de Nehou, dans le Cotentin; une autre *Leptaena* ou *Conetes* à stries très fines; la *Terebratula undata*? et une autre Térébratule striée, mais peu reconnaissable; plusieurs autres empreintes en trop mauvais état pour être déterminées.

Sur la côte, immédiatement avant les fortifications de l'isthme, on voit encore des couches de schistes dirigées comme à l'ordinaire N.-E., avec une inclinaison d'environ 45° S. Mais si l'on traverse l'isthme et que l'on se porte sur la côte opposée vers l'anse de Camaret, on est tout étonné de trouver des couches de grès là où l'on s'attendait à rencontrer la continuation des couches schisteuses qu'on avait quittées tout-à-l'heure. La déception est d'autant plus étonnante que, par leur direction, ces grès paraissent n'être que la continuation des couches de schistes. Cette circonstance cependant, qui paraîtrait au premier abord une anomalie inexplicable, est parfaitement d'accord avec l'observation que nous avons faite au point d'inflexion des couches sur

la côte E., c'est-à-dire qu'elles paraissaient avoir été soulevées par leurs tranches vers le S.-O. Ce fait ne paraîtra pas extraordinaire si l'on admet que le terrain silurien ayant été déjà bouleversé et plissé une première fois, a été postérieurement soulevé dans un sens opposé à la direction du premier ridement. Dans les fossés mêmes des fortifications, on voit de nombreuses couches de grès alternant avec quelques schistes; la direction est toujours à peu près la même, N.-E. Ces couches sont probablement supérieures à celles de l'anse de Camaret.

L'aspect des côtes est toujours en rapport avec la nature des couches du sol. Depuis l'étang du Fret jusqu'à l'isthme de Kelern, les côtes sont formées exclusivement par les schistes brun verdâtre : aussi elles sont constamment basses, et, au temps du reflux, marécageuses. Les promontoires élevés de l'Ile Longue et de la pointe de Pachanel, les deux îles de Moore et de Treberan, les différentes autres pointes qui s'élèvent même légèrement au-dessus de la mer, sont les résultats du soulèvement des porphyres et des autres masses ignées.

Au-delà du camp fortifié de Kelern, si l'on avance toujours sur la côte E., après quelques bouleversements dans les couches, on rencontre dans la partie la plus rétrécie du second isthme les schistes ayant leur direction habituelle N.-E., et une inclinaison de 20° à 25° S.-E. Cette direction générale des schistes est, du reste, souvent modifiée par des accidents locaux. Ainsi à la première pointe de la presqu'île, à l'E. de Kérinouf, les schistes sont bouleversés par de nombreux épanchements irréguliers d'une roche noirâtre qu'on peut rapporter au kersanton; elle se décompose, comme toutes les roches de ce genre, en formant des boules à couches concentriques, et devient brune à l'air. Cette roche est analogue à celle que j'ai indiquée au fond de la petite anse de St-Gildas, avant l'île des Renards. Parfois la roche massive s'est infiltrée entre les couches schisteuses de manière à paraître stratifiée (voyez la pl. XVIII, fig. 8). Il est très curieux d'observer l'éruption de cette roche qui s'est injectée dans les schistes de mille manières étranges. Ceux-ci ne sont pas altérés au contact de la roche ignée, mais ils sont très bouleversés. Dans la petite anse qui suit, après le saillant que forme l'éruption indiquée ci-dessus, les schistes reprennent leur direction ordinaire N.-E.; inclinaison S.-E. Peu loin de là, environ à la hauteur de Lanvernorsal, les couches conservant la même direction, et leur inclinaison dans le même sens vers le S.-O., on se trouve de

nouveau au milieu de schistes bleu foncé et renfermant des nodules calcaires; des couches peu puissantes d'un calcaire bleu-noirâtre y sont intercalées; les fossiles dont on voit les empreintes au milieu de ces schistes bitumineux et de ces calcaires sont analogues à ceux que nous avons trouvés dans la même position sur la côte O. de Lanveoc, et tout aussi abondants. Tout nous rappelle le calcaire que nous avons vu, soit au pied du fort de Lanveoc, soit sur la côte entre cette localité et le Fret. Ainsi, de la région calcaire où nous nous trouvions avant l'étang du Fret, nous sommes remontés sur les schistes jusqu'à leur inflexion après l'île des Renards; là, un changement d'inclinaison dans ces mêmes schistes nous a fait redescendre sur les couches inférieures, et tout en suivant la côte, après avoir passé sur la région des schistes, nous venons de nous retrouver de nouveau dans la région calcaire.

De nombreuses veines de spath traversent ici les couches calcaires et les schistes; ces veines paraissent dues à une concrétion postérieure. A une certaine hauteur au milieu de cette région, une couche entière de calcaire de 0^m,30 de puissance a disparu, et a été remplacée par une matière argileuse brune et par du quartz hyalin qui s'est cristallisé imparfaitement et en forme de concrétions perpendiculaires au plan de la couche; les cristaux de quartz qui se sont ainsi formés sont très aplatis et paraissent tenir à la fois de la forme du quartz et de celle du calcaire (pl. XVIII, fig. 10). Ce remplacement se répète encore plus loin; les concrétions quartzzeuses qui s'y sont formées occupent probablement la place d'anciennes veines de spath. Cette région des calcaires se prolonge sur la côte jusqu'en face du Roscanvel et au-delà. Des grauwackes alternent en couches minces avec ces calcaires; elles ont quelquefois leur surface supérieure crispée comme celle du sable des grèves à marée basse, et de petites nervures très saillantes sont couchées et serpentent sur cette surface; ces nervures ressemblent aux grosses veines qui marquent la partie supérieure d'une main robuste, lorsqu'elle est abandonnée à son propre poids (pl. XVIII, fig. 11). Cet aspect de la surface supérieure de la couche est assez fréquent dans les grauwackes de cette localité. Il y a même des couches qui sont comme recouvertes par ces nervures, qui ressemblent alors à ces espèces de vers de sable que les coquillages rejettent, et qu'on voit parfois en si grande abondance sur les grèves à mer basse. En voyant ce phénomène, je me demandais si ces espèces de tubes saillants

ne correspondaient point à des parties plus siliceuses, qui auraient résisté mieux que le reste de la surface de la couche à l'action des agents atmosphériques et des eaux de la mer de l'époque silurienne. Quelquefois les schistes sont comme amygdalaires et affectent en grand la structure du gneiss, dont les amandes quartzeuses seraient remplacées par de gros noyaux aplatis de grauwacke (pl. XVIII, *fig.* 16). Près de la pointe de Roscanvel, la direction des couches est N.-N.-E.; l'inclinaison 50° S.-E. La côte suit ici à peu près cette direction, en sorte que l'on continue toujours à marcher sur la région calcaire. A l'épaulement de Postermen, on est très près des grès. Peu après cet épaulement on voit paraître les couches de grès de dessous le calcaire. Leur direction, telle qu'on l'observe dans l'intérieur de l'épaulement qui vient après celui de Postermen, est encore N.-N.-E.; leur inclinaison est vers le S.-E. La côte suit ici toujours plus la direction des couches, et le grès forme lui-même par son inclinaison la pente de la colline, ou, pour parler avec plus de vérité, il constitue une croupe convexe sur laquelle s'appuyaient naguère encore les calcaires, schistes et grauwackes de la région calcaire, et dont le côté est ici battu par les vagues de la rade (pl. XVIII, *fig.* 12). Plus tard, à la hauteur environ des Lès, les grès alternant en grosses couches avec quelques schistes ont la direction ordinaire N.-E., mais l'inclinaison est N.-O. La pointe des Espagnols est formée de grès qui alternent avec quelques schistes; leur direction est toujours N.-E.; l'inclinaison 45° S.-E. Par cette inclinaison, le grès reposerait sur les schistes cambriens, que M. de Fourcy indique sur sa carte du Finistère comme formant la côte de l'Atlantique, depuis la pointe des Espagnols jusqu'auprès de Kerjean. Il m'a été impossible de voir ce terrain: car la mer étant mauvaise et la côte très escarpée, je n'ai pu descendre les falaises; mais son existence en cet endroit me paraît très probable: car, après tout, ce ne serait que la continuation des mêmes couches qui supportent les grès siluriens au S. de la rivière de Landernau. Or, si l'on cherche la direction moyenne qu'on obtient par la jonction de la côte N.-O. de la presqu'île de Kelern avec les crêtes siluriennes des grès de Landernau, on a E. 20° N. environ, résultat qui se rapproche beaucoup de la direction normale cambrienne.

En continuant vers le S., depuis le fort de Cornouailles jusqu'auprès de l'épaulement, à l'embouchure de la petite rivière qui partage en longueur la presqu'île, on ne trouve que des

grès qui affleurent sur des falaises à pic de 40 et 50 mètres de hauteur verticale ; ils sont inclinés vers le S.-E. Sous ce dernier épaulement, on voit les calcaires s'appuyer très distinctement sur les couches de grès, qui s'abaissent pour redescendre dans la vallée qui constitue l'isthme de Frégoudan. Je ferai remarquer que c'est la quatrième fois, depuis Lanveoc, que nous rencontrons, soit de véritables couches calcaires exploitées, soit des schistes bleuâtres avec nodules calcaires, et toujours dans la même position ; toujours s'appuyant sur les grès ou sur quelques alternances de grès, grauwackes et schistes qui font passage aux grès inférieurs. Ici encore, comme tout-à-l'heure, nous retrouvons les calcaires recouverts par des schistes ; on n'a pour cela qu'à continuer sa route vers le village de Frégoudan et la côte E. ; car si l'on suit la côte O, on remonte presque immédiatement sur les grès qui forment les hauteurs du camp de Kelern.

Résumons-nous : cette excursion depuis Lanveoc jusqu'à la pointe des Espagnols nous explique tout le mécanisme du terrain silurien dans la rade. Un dépôt puissant de grès alternant avec quelques couches de schistes ou de grauwackes, et relevés du côté du Goulet, s'appuie sur les couches cambriennes, et forme la base du terrain. A mesure que les couches de grès s'abaissent et descendent au-dessous du niveau de la mer, d'autres couches viennent les recouvrir ; ce sont d'abord quelques alternances de grauwackes, grès et très peu de schistes ; puis les schistes noir bleuâtre avec quelques bandes de grauwackes, et les calcaires ; enfin un dépôt puissant de couches schisteuses avec quelques grauwackes alternantes, dont l'ensemble n'embrasse pas moins de 5 kil. sur la côte, depuis Roscanvel jusqu'au-delà de l'étang du Fret ; là, l'inclinaison a changé ; tout le système se relève vers le S.-E. ; de dessous les schistes brun verdâtre apparaissent de nouveau les schistes noir bleuâtre bitumineux, renfermant des couches ou des nodules calcaires, et caractérisés par la présence de nombreux fossiles propres de ces couches ; viennent ensuite quelques alternances de grès, de grauwackes et de schistes, dont l'ensemble peut être évalué à 2 ou 300 mètres, et l'on se retrouve de nouveau sur le système des grès qui s'étendent au loin, et forment les plateaux de l'intérieur. Après tout ce que nous venons d'observer, je crois que nous serons dans le vrai en disant : 1° que la ligne suivie depuis la pointe des Espagnols jusqu'au fond géologique de l'anse du Fret, et au plateau qui s'élève au-delà de ce point, n'est que la section d'une grande vallée fermée par l'inflexion

des couches siluriennes; 2° que cette inflexion a eu lieu dans une direction E.-S.-E., ou, ce qui revient au même, que la direction moyenne des couches dans toute son étendue est environ E.-N.-E.; 3° que le fond de cette vallée est formé par un système de grès que nous appellerons *région des grès*, dans lesquels s'emboîtent successivement les schistes et calcaires de la *région calcaire*, puis les nombreuses couches de schistes brun verdâtre, de la *région des schistes et des grauwaques* (1); 4° que le terrain silurien ici ne se trouve pas seulement relevé au N. et au S., mais qu'il l'a été également vers l'O., et que ce dernier soulèvement s'est fait postérieurement dans une direction à peu près N.-S., ainsi qu'on a pu l'observer sur l'isthme de Kelern.

B. Côte à l'E. du fort de Lanveoc.

A l'E. du fort de Lanveoc, vers la pointe de Penarvir et au-delà, la côte se replie un peu vers le sud; suivons-la, afin de pénétrer dans ce massif des grès inférieurs dont nous n'avons abordé que les limites à l'O. du fort.

A côté de la cale il y a une petite pointe qui s'avance dans la mer. Derrière cette pointe, les couches ont été usées et détruites par les vagues, de manière à l'isoler de la falaise. La petite prominance est formée par les couches du grès supérieur au minerai de fer, sur lesquelles est bâti le fort. La partie creusée correspond aux schistes avec minerai de fer, et fait suite aux couches ferrugineuses de la côte ouest. Le minerai est ici moins abondant que sur cette dernière côte; mais on le voit distinctement, à l'état de fer oligiste, former une couche régulière de 0^m,5, et plusieurs autres petites bandes encore. La couche qui est ainsi formée de fer oligiste est pétrie de coquilles. La direction est E. 15 à 20° N.; l'inclinaison 40° N. Au quart environ du chemin entre Lanveoc et la pointe de Penarvir on voit bien avant, dans la marée basse, quelques couches calcaires peu puissantes; elles sont dans une position analogue à celle du calcaire qui paraît sous le fort. Après l'affleurement du minerai de fer, les couches,

(1) Si l'on n'avait égard qu'à ce qui a lieu sur les côtes O. du Finistère, cette région ne devrait s'appeler que région des schistes; mais les grauwaques, qui ne se montrent ici qu'en faibles alternances, prennent un développement considérable dans l'E. du département.

sauf quelques petites exceptions, prennent très régulièrement la direction E. 20° à 25° N., et l'inclinaison 40° N.-O. Plus tard, on peut s'apercevoir facilement qu'on redescend plusieurs couches de grès. A moitié chemin du fort à la pointe de Penarvir, il y a une interruption dans la falaise; la côte devient tout-à-coup basse et couverte de broussailles; mais on retrouve bientôt de nouveau les couches de grès. Seulement, leur direction a changé: elle est N.-O.; l'inclinaison 35° N.-E. Cette inclinaison, qui change ainsi subitement dans un endroit où il n'y a point de roches éruptives, nous avertit qu'il y a dans cette localité un plissement du terrain, une espèce de ride, dont nous avons parcouru obliquement la section; la partie convexe de la ride, la partie la plus élevée du pli devrait se trouver précisément là où nous avons remarqué l'interruption de la falaise; ce dernier résultat est très naturel; les couches de grès ont dû être plus fracturées en ce point que sur les flancs de la ride, et partant elles ont dû être plus sensibles à la dénudation. Sur la pointe de Penarvir elle-même, les grès ont une direction N. 20° O. environ, et une inclinaison d'environ 10° O. Cet endroit paraîtrait correspondre à un ridement secondaire situé sur le flanc méridional de la ride principale, car les couches ne sont ni très relevées ni fracturées. Tout le long de la côte, jusqu'au fond de la baie de Poulmic, on voit des couches de grès qui forment la croupe, sauf quelques petites ondulations, se maintenir à peu près à la même hauteur; elles s'abaissent cependant un peu vers le S. et vont se perdre sous les eaux au fond de l'anse de Poulmic, où l'on doit probablement voir les alternances des couches qui se trouvent partout entre les grès et les calcaires. La marée, qui était déjà très haute, m'a empêché de vérifier cette dernière conjecture. Au-delà de la baie on remonte sur le plateau, qui est constitué par les grès (pl. XVIII, *fig.* 3).

Cette nouvelle excursion nous a amené à reconnaître que non seulement le système des grès se trouve à la partie inférieure du terrain silurien, mais qu'il constitue entre Lanveoc et le fond de l'anse de Poulmic une ride, une espèce de croupe, sur les deux flancs de laquelle viennent s'appuyer les systèmes supérieurs. La direction de la côte depuis la cale de Lanveoc jusqu'à la pointe de Penarvir étant presque exactement E.-O., et la ride du terrain étant coupée obliquement par cette direction, il s'ensuit que l'allure des rides est à peu près E.-N.-E., direction analogue à celle que j'ai trouvée pour les couches siluriques de la côte O. et de la

presqu'île de Kelern. J'ajouterai que la ride entière paraît plonger légèrement vers l'E. ; ce fait est analogue à celui que l'on observe près de la baie de Camaret. Les deux plateaux de la presqu'île de Kelern et de Lanvoec sont formés par les grès ; la vallée intermédiaire qui constitue le fond de la rade est occupée par les dépôts supérieurs. Au-delà de la pointe des Espagnols, les grès du premier plateau s'appuient sur des couches cambriennes ; au S. de la pointe de Penarvir, ceux du second se replient pour former une autre petite dépression et recevoir de nouveau les régions siluriennes supérieures.

C. — *Ile Ronde. — Côtes de l'Armorique.*

A présent que nous sommes bien fixé à l'égard de la disposition des couches du sol sur les côtes N. de la presqu'île de Crozon, traversons la rade, et voyons si nos conclusions peuvent être confirmées par l'observation des côtes de l'Armorique. Cette contrée offre une série de promontoires qui, par leur direction N.-E., si nos conclusions sont exactes, doivent former autant de rides où la région des grès se montrera souvent à nu, et qui seront séparées par des vallées au fond desquelles ces mêmes grès seront recouverts par la région des calcaires et par celle des schistes et des grauwackes.

Sur la côte O. de l'Armorique, au S. du bras de mer dans lequel vient se jeter la rivière de Landernau, se montrent, ainsi que nous l'avons indiqué, les grès siluriens couronnant les couches cambriennes. Peu loin du moulin de Kerdrein, on voit s'élever au-dessus du niveau de la mer quelques alternances de différentes couches, et bientôt, avant même d'arriver au fort du Corbeau, on marche sur les schistes et les calcaires de la région calcaire. Le fort du Corbeau est bâti sur une masse porphyrique ; les couches de grès alternant avec quelques schistes s'appuient sur cette masse. Leur direction prise immédiatement sous le fort, au S. de la pointe de même nom, est N.-E. ; l'inclinaison presque verticale. Si, à marée basse, on suit la côte jusqu'à la pointe saillante qui est au S. du fort Corbeau, on reconnaîtra toujours la région calcaire s'appuyant sur des alternances de grès, de schistes et de grauwackes qui forment partout la pente de la côte ; comme à Lanveoc, le haut du plateau est occupé par la région des grès. Si après avoir traversé la grève on arrive à la pointe de Kernivié au N. de celle de l'Armorique, on la voit constituée par des grès. Ces grès sont en

couches très inclinées et bouleversées ; leur direction paraît être E. 20° N. Au S. de cette pointe il y a une plage basse ; elle est occupée par des schistes dont on voit les tranches au milieu de la grève, et qui me paraissent appartenir à la région calcaire. Sur le côté septentrional de la pointe de l'Armorique elle-même et au N. du fort de ce nom, on trouve encore cette région bien caractérisée par des couches calcaires assez puissantes ; leur direction est N.-N.-E. ; l'inclinaison 40° O. ; elles s'appuient donc évidemment sur les grès qui se montrent à très peu de distance, et elles les recouvrent. Des schistes noirs très fossilifères, et tout-à-fait analogues à ceux de la côte de Lanveoc et de la presqu'île de Kelern, accompagnent les calcaires.

Le fort de l'Armorique est bâti sur des schistes et des grauwackes alternant ensemble et supérieurs aux calcaires ; des éruptions de kersanton ont bouleversé tous ces environs et ont modifié les directions des couches.

Au sud de la pointe extrême, en face de l'Ile Ronde, on voit des couches de schistes et de grauwackes alternantes ; leur direction est presque exactement N.-S., l'inclinaison de 20° environ N.-E. Cette direction et cette inclinaison anormales sont dues à l'action des éruptions amphiboliques. En se tournant vers l'O., sur la côte au S. du fort, on aperçoit presque de suite la région des calcaires sortir de dessous les schistes et les grauwackes. Le dépôt calcaire est ici très puissant ; ses couches très épaisses alternent avec des schistes feuilletés, des schistes noirs ou bleuâtres, dont quelques uns sont de véritables conglomérats de fossiles. La direction des couches est toujours à peu près N.-S. : l'inclinaison est assez variable ; on peut l'évaluer moyennement à 40° O. L'aspect du calcaire n'est pas uniforme ; il y a des couches dont la structure minéralogique ressemble beaucoup à celle de certains calcaires à entroques de Bourgogne, d'autres sont compactes et sonores, d'autres pétries de fossiles. La couleur se rapproche généralement du bleu foncé, quelquefois du bleu clair ; elle est même un peu violette ou rougeâtre dans les derniers bancs. Ce calcaire était exploité à l'époque de mon passage.

Au-dessous des calcaires, et à la limite inférieure de cette région, se trouvent les schistes bleuâtres bitumineux entremêlés à des schistes jaunâtres ou verdâtres avec de nombreuses empreintes organiques. Parmi celles que j'ai pu rapporter, soit des calcaires, soit des schistes, de cette localité, se trouvent : le *Terebratula undata*, le *Retepora retiformis* et un autre *Retepora*,

un *Leptaena* voisin du *transversalis*, le même qu'on a vu sur la côte de Lanveoc, un *Cyatophyllum* ou *Petrea*, le même qu'à Lanveoc, un *Lithodendron*, des fragments de tiges de plusieurs espèces d'encrines indéterminables et analogues à celles qu'on a vues dans la localité précitée, de petites tiges branchues également indéterminables et parfaitement ressemblantes à celles de Lanveoc.

Lorsqu'on s'éloigne un peu de la pointe, avant d'arriver aux escarpements de grès, on voit au-dessus des couches calcaires une masse de kersanton dont on ne distingue point les racines; au premier abord, on la dirait stratifiée: cette masse se prolonge à travers la petite presqu'île jusque sur la côte septentrionale. En avançant toujours davantage le long de la côte sud, on retrouve le grès au-dessous du calcaire. Jusqu'à ces grands rochers de grès qui forment une petite pointe vers le midi, les couches marchent toujours dans le même sens; mais aussitôt qu'on a dépassé cette espèce de promontoire, les couches de grès qui forment le flanc de la côte reprennent la direction générale N.-E., avec une inclinaison sud d'environ 70°. Plus on s'enfonce dans l'anse de Lauberlach, plus les couches de grès bouleversés par les kersantons sont redressées, presque verticales et même renversées. Sur le haut du plateau, on rencontre du schiste altéré, intercalé au milieu des couches de grès. Ceux-ci, alternant avec quelques schistes, continuent de se montrer très abruptes sur la côte jusqu'au fond de l'anse, où l'on peut voir de nouveau sortir de dessous les eaux, et dans la même position que partout ailleurs, la région calcaire (pl. XVIII, fig. 7).

L'île Ronde n'est séparée de la pointe de l'Armorique, dont elle est en quelque sorte la continuation, que par un canal assez étroit. Placée en face de l'extrémité orientale de l'île Longue et du fort du même nom, assise entre les deux grands bassins de la rade, elle paraît appelée par sa position à jouer un rôle important dans la défense de cette dernière: aussi le corps du génie a-t-il fait cesser les travaux de l'exploitation du calcaire qui menaçaient de la détruire. Trois formations différentes se donnent rendez-vous sur ce petit espace de terre qui n'atteint guère que 200 mètres de long sur 150 mètres de large. Des schistes brunâtres et des couches minces de grauwacke, avec *Orthis virgulata* (*Chonetes* identique aux individus de l'Eiffel), *Spirifer micropterus*, tiges d'encrines et différentes autres empreintes indéterminables, occupent le côté N.-O. de l'île et recouvrent d'une épaisseur d'au

moins 30 mètres le calcaire qui affleure au côté S.-E. Leur direction est N.-E. , l'inclinaison de 20° environ N.-O. Sur le côté N. de ces schistes, un chapeau de kersanton les recouvre ; véritable champignon d'origine ignée, dont on ne voit ni le pied ni la racine. On dirait que cette roche a exercé quelque influence sur les schistes, car ils présentent une tendance à l'aspect ardoisier qui n'est pas commune aux schistes de cette région et de cette contrée. Sur la côte orientale de l'île, la région calcaire s'annonce par une petite couche de cette roche de 0^m,8, enclavée au milieu des schistes, et se montre ensuite au-dessous de la région schisteuse, par des affleurements de couches calcaires, dont la puissance est d'environ 10 à 12 mètres. La direction et l'inclinaison de ces couches sont les mêmes que celles des schistes. Le calcaire est noir-bleuâtre, presque cristallin, et renferme plusieurs filons de spath dont quelques parties présentent de très beaux clivages rhomboédriques. Il est pétri de fossiles siluriens, parmi lesquels on distingue : les *Stromatophora concentrica*, *Favosites Gothlandica* ? et des fragments de *Terebratules* ? d'*Orthis*, etc., non reconnaissables. Les schistes marno-bitumineux de cette région sont à la partie supérieure de la masse calcaire ; ils renferment un *Spirifer* voisin du *micropterus* ; le *Terebratula Valenbergii* de Goldfuss, ou bien une variété du *Terebratula Wilsonii*, l'*Orthis lunata*. Sur la plage, à l'extrémité sud de l'île, on voit des schistes feuilletés, presque toujours recouverts par la mer, et qui appartiennent à la partie inférieure de la région calcaire (coupe et plan de l'île Ronde (pl. XVIII, fig. 4).

Nous avons signalé l'existence de la région calcaire au fond de l'anse de Laubelach. La côte qui, du fond de ce bras de mer, s'étend jusqu'à la pointe de Rosegat, suit à peu près la direction des couches, N.-E. ; elle est formée en entier par des alternances de grès, de grauwackes et de schistes, analogues à celles que nous avons pu étudier sur la côte O. de Lanveoc ; les couches sont inclinées vers le N.-O. d'environ 45°. Une telle inclinaison, mise en regard de l'inclinaison des grès sur la côte opposée, répond très bien à l'idée que l'anse de Laubelach ne soit qu'un bassin formé par la région de grès, et dont le fond serait occupé par les calcaires qu'on voit affleurer à l'embouchure de la rivière (pl. XVIII, fig. 7).

À l'O. de la pointe de Rosegat, on se trouve toujours dans la région des alternances de grès et de schistes. La direction des couches est N.-N.-E. ; l'inclinaison 50° N.-O. Lorsqu'on tourne

la pointe, les grès et les schistes deviennent presque verticaux, et finissent par avoir une tendance à l'inclinaison S.-E.

La première partie de la côte S. entre le bras de Lauberlach et celui de Daoulas est formée de schistes appartenant surtout à la région des calcaires; quelques petites couches calcaires sont même visibles; on peut s'en convaincre en suivant la plage à marée basse. Ces schistes reposent sur les grès qui forment la croupe de la presqu'île. Leur direction est toujours N.-E., et ils sont presque verticaux. Au milieu de cette première partie de la côte on voit apparaître une roche ignée; elle a percé entre les couches les plus inférieures de la région calcaire qui s'appuyaient sur les grès, et elle les a redressées et même quelquefois renversées au moyen de son poids et de sa pression d'épanchement (pl. XVIII, *fig.* 6). Déjà au loin on peut juger par sa couleur que ce n'est point un de ces mamelons si fréquents de roches amphiboliques, qui sont toujours profondément décomposés à leur surface; c'est pourquoi j'avais d'abord pris cette roche massive pour un relèvement des grès, supportant sur leurs flancs les couches des régions supérieures; puis à mesure que j'avancais et que les contournements des schistes à l'approche de la roche sous-jacente se développaient de plus en plus devant moi, je finis par croire à la présence d'un épanchement de pétrosilex ou de quelque porphyre semblable à ceux de l'île Longue. Mais quel ne fut pas mon étonnement, lorsqu'étant arrivé près de la roche en question, et ayant réussi à en enlever un échantillon qui m'offrait des cassures fraîches, je trouvai que c'était un véritable granite! Ce granite, qui serait ainsi arrivé à la surface après le dépôt du terrain silurien, est à grains très petits, beaucoup plus petits même que ceux du véritable granite à petits grains; la couleur de son feldspath est rougeâtre, le mica en est vert brunâtre; il renferme des fragments de schistes empâtés, qui ne sont point altérés; l'ayant examiné plus tard à la loupe avec beaucoup de soin, j'ai pu m'assurer de la parfaite cristallisation du feldspath, qui me paraît de l'orthose. L'émersion d'un granite à petits grains postérieur au milieu des couches siluriennes est un fait absolument exceptionnel dans la Bretagne. Ce fait me paraît cependant se rattacher aux lois générales de la cristallisation par voie ignée, qui exige pour se développer une chaleur soutenue, de la tranquillité et un refroidissement lent. Dès l'année 1842, notre savant confrère M. Angelot, dans un de ces beaux et nombreux travaux sur la physique du globe, dont il a enrichi le

Bulletin de la Société géologique, avait émis l'opinion que la structure de certains filons de granite à grains fins enclavés dans des roches préexistantes pouvait être regardée comme l'effet d'un refroidissement rapide dans leur contact avec les parois de la roche déjà solidifiée. Or, le granite que nous avons sous les yeux ne forme qu'une très petite masse, une espèce de colonne entourée par les couches sédimentaires. Si nous ajoutons que son émerision a pu avoir lieu sous les eaux, nous aurons là des causes suffisantes pour expliquer le refroidissement prompt qui a dû empêcher le développement de la cristallisation dans cette partie superficielle et isolée de la masse granitique. Rien ne s'oppose donc à ce que l'on regarde ce granite comme absolument étranger aux anciens granites à petits grains, qui ont soulevé les terrains cambriens, et comme contemporain des granites porphyroïdes qu'on voit dans les autres parties du Finistère, et qui, étant sortis dans des conditions différentes, ont acquis une structure plus parfaite. Ce granite est le représentant dans la rade de ces porphyres micacés des Vosges, que M. E. de Beaumont a décrits, et qui établissent le passage des porphyres quartzifères au granite porphyroïde, lorsque la dimension des grains de ce dernier est parvenue à sa dernière limite de ténuité.

Tout près de l'entrée du bras de Daoulas, le grès se relève un peu au-dessus du niveau des basses marées, et on le voit former une croupe qui soutient les schistes inférieurs de la région calcaire.

La presqu'île de Rosegat n'est autre chose qu'une grande croupe, une grande ride de la région des grès : aussi ces derniers en forment-ils tout le plateau. Nous pouvons en dire autant de la pointe de l'Armorique, car là-bas comme ici nous avons vu la région des grès courbés en une grande croupe former le corps des terres ; là-bas comme ici des deux côtés de la presqu'île, nous avons vu les couches de la région calcaire sortir de la mer, et rendre témoignage de leur superposition immédiate. Or, ce même fait s'est présenté à nous du côté de la presqu'île de Kellern, et sur les côtes opposées de Lanveoc ; c'était la même région calcaire bien désignée par les mêmes roches, les mêmes fossiles, la même disposition générale. L'existence de cette région des calcaires est un fait si caractéristique sur toutes ces côtes, qu'il devient d'un puissant secours pour bien comprendre l'allure du terrain ; c'est une espèce d'*horizon géognostique*, suivant l'heureuse expression de M. de Humboldt, qui sert merveilleu-

sement à orienter le géologue dans ces parages ; les mêmes services que les grès rendent à l'égard de la division des anciens terrains de transition sont prêtés par le calcaire à l'observateur qui s'occupe de la disposition du terrain silurien. De même, nous pouvons désormais assimiler la rade entière à l'anse de Laubertlach. Nous avons indiqué que celle-ci était un bassin formé par la région des grès dans laquelle venait s'emboîter la région des calcaires. Nous pouvons dire à présent que la rade de Brest n'est qu'une vaste dépression constituée par les divers bassins que les grès siluriens y forment, et dans lesquels vient s'emboîter la région des calcaires. Mais nous croyons pouvoir également affirmer que ceux-ci supportent eux-mêmes la région schisteuse ; car nous avons vu les schistes reposer sur les calcaires à l'Île Ronde, nous les avons vus entre deux affleurements de la région calcaire se plisser et former une étendue de côte de plus de 5 kil. à l'O. de la rade. Et si nous mettons en regard les divers bassins de la rade avec les groupes de la presqu'île de Kelern, de l'Armorique, de Rosegat, de Pénarvir, il deviendra évident que le partage des terres et des mers dans la rade, abstraction faite des petites complications que peuvent avoir causées les révolutions postérieures ou les éjections des masses amphiboliques, est le résultat du ridement subi par le terrain silurien immédiatement après son dépôt ; surtout quand on y ajoute les effets de la dénudation qui a dû arracher toutes les parties les moins résistantes de la région inférieure et les calcaires et les schistes, partout où ils n'étaient pas protégés par les digues solides des grès plissés et sous-jacents. Comment a pu se faire le ridement, dans quelles directions et à quelle époque ? c'est ce que nous examinerons à la fin de ce travail. Pour le moment, continuons à chercher, pendant quelque temps encore, des preuves à l'appui de ces assertions.

Nous sommes sur la côte méridionale de Rosegat, en face de Traoulierz ; la côte tourne vers le N.-E. ; nous entrons dans le bras de mer de Daoulas ; la région des calcaires est dépassée, et nous nous trouvons au milieu des schistes supérieurs. A marée basse on voit, sur plusieurs pointes de suite, de petites masses de kersanton, profondément décomposées, brunes, à contours arrondis, qui forment les parties saillantes de la côte. Ils ont percé à travers les schistes, qu'ils ont bouleversés et qui les recouvrent en partie. A ces petites masses pyroïdes près, depuis l'entrée jusqu'au fond du bras de Daoulas, la côte est basse et formée par des schistes contournés, mais non altérés.

Les deux pointes qui terminent la petite presqu'île où se trouve Rorsgtien, au fond du bras de Daoulas, doivent leur existence à l'émersion d'un porphyre nankin (couleur due à la décomposition). Une ligne conduite par l'extrémité des deux pointes donne la direction E. 15° S., direction que M. Dufrénoy a observée dans les porphyres de la Loire. Sur celle des deux pointes qui est plus à l'O., on peut observer un fait assez remarquable; c'est l'éruption par la même cheminée du porphyre dont j'ai parlé et du kersanton. Ce kersanton est décomposé comme à l'ordinaire, brun, et rempli de mica qui se sépare facilement par feuillets. Le porphyre pénètre dans les schistes; il repose et sur les mêmes schistes et sur la roche amphibolique; cette dernière semble être arrivée à l'état pâteux, car elle forme un mamelon qu'on voit à marée basse; elle supporte le porphyre en plusieurs endroits et paraît l'avoir soulevé. C'est à l'action du kersanton qu'il faut attribuer, je crois, le renversement des schistes qu'on voit entre les deux pointes. Je ferai observer que toutes ces émerisions de roches ignées que j'ai signalées depuis l'entrée du bras de Daoulas n'ont pas été indiquées jusqu'à présent, et qu'on ne les voit point sur la carte géologique du Finistère qui existe à la Société. Sur ces deux petites masses de porphyre, viennent s'appuyer les schistes bitumineux et à nodules de la région calcaire; ils sont très tourmentés, ainsi que les schistes inférieurs de la région des schistes et des grauwackes qui les recouvrent dans quelques endroits. Ce point est un modèle en petit de la disposition générale du terrain silurien et du plissement qu'il a subi (pl. XVIII, fig. 9). On peut également remarquer, d'après ce que l'on voit sur cette falaise, combien la détermination des directions et des inclinaisons devient quelquefois difficile, et avec quelles précautions il faut procéder lorsque des couches ne sont visibles que sur de petites étendues. Sans parler des directions, qui, les schistes étant contournés, vont en tous sens, dans l'exemple que nous avons sous les yeux, on pourrait croire que les couches sont inclinées suivant la direction de *a b*, et qu'elles s'appuient de cette manière sur le porphyre qui les aurait soulevées; et pour ma part j'avoue que c'est ainsi que j'en aurais jugé, si l'habitude acquise, pendant plusieurs jours de suite, de reconnaître les couches de la région calcaire qui se trouvent à la partie inférieure, et la présence de la petite bande de grauwacke *c d* qui forme une saillie au milieu des schistes, ne m'avaient éclairé sur le véritable gisement des

couches. Les divisions suivant *a b* ne sont que le résultat du fendillement, mais d'un fendillement extrêmement régulier, dû probablement à l'action de la chaleur de la masse porphyrique; il serait arrivé ici aux schistes ce qui arrive aux cendres d'un cigare en combustion; le fendillement s'est opéré perpendiculairement à l'action de la chaleur. Une troisième cause d'erreur, les feuillets de dépôt affectant une direction oblique aux couches, sont désignés par la disposition des paillettes de mica.

D. — Presqu'île de Crozon. — Baie de Douarnenez.

En parcourant du N. au S. le centre de la presqu'île de Crozon depuis Lanveoc jusqu'à la grève de Morgat, on traverse deux grandes rides de la région des grès. Entre ces deux grandes rides saillantes, il existe un renfoncement qui constitue au milieu de la presqu'île une vallée longitudinale. Les alternances qui font passage à la région calcaire reposent dans la petite dépression; on voit même paraître dans plusieurs endroits, et notamment au-dessous de Tremadec, les schistes qui accompagnent cette région; je n'y ai pas vu de couches calcaires proprement dites.

La côte septentrionale de la baie de Douarnenez, depuis la grève de Morgat jusqu'à l'anse de l'Aber, est recouverte par les grès et quelques schistes quasi-ardoisiers, appartenant aux alternances que nous avons si souvent indiquées entre la région des grès et celle des calcaires: aussi ces derniers ne manquent pas de se montrer aussitôt que l'abaissement du terrain, dans le petit bassin de l'Aber, leur a permis de se conserver à l'abri des ravages de la dénudation (pl. XVII, coupe *a b*, et pl. XVIII, fig. 13).

Le petit bassin que je viens de nommer est assez intéressant pour que nous en relevions les traits principaux. L'anse de l'Aber n'est submergée dans sa plus grande partie que par les hautes marées. Dans les temps ordinaires, une grève assez étendue et des dunes séparent de la rivière de l'Aber la côte méridionale du plateau de Crozon. Au-delà de la rivière, qui journellement est balayée par la marée, on voit s'élever une série de hauteurs en général très abruptes, qui commencent au nord par la petite presqu'île de Rosan et se continuent jusqu'à l'extrémité S.-O. de l'île de l'Aber; elles ne sont interrompues que par la grève qui, dans les temps ordinaires, rattache cette île au continent. A l'extrémité septentrionale de la petite presqu'île de Rosan se trouve

une carrière et un four à chaux de la propriété de M. Bourassin de Quimper, dont le nom est bien connu dans le département pour son zèle pour tout ce qui regarde les arts et les sciences minéralogiques. Les couches de ce calcaire, qui sont assez puissantes, ont dans la carrière elle-même une direction à peu près N.-E., inclinaison N.-O. Cette inclinaison anormale, et qui, au premier abord, pourrait tromper à l'endroit de leur véritable position, par rapport aux grès qui s'élèvent au nord, est due aux bouleversements qu'elles ont subis, dans cette localité, par l'éruption d'une roche plutonienne d'une couleur gris cendrée, que les ouvriers de la carrière appellent *Tufau*. Les bancs calcaires se terminent brusquement et sont inclinés vers le contact de cette roche (pl. XVIII, fig. 14). A une portée de fusil plus au sud, les couches calcaires ont une direction N.-N.-E.; leur inclinaison est de 50° S.-E.; cette inclinaison est absolument contraire à celle que les couches avaient dans la carrière; elles s'appuient donc ici sur la roche éruptive. L'aspect minéralogique du calcaire est le même que celui des calcaires de la rade; il est d'un bleu plus ou moins foncé.

Lorsque de la presqu'île de Rosan on s'avance vers l'île de l'Aber, on rencontre d'abord des schistes, puis de nouveau la région calcaire, ayant ici une forte inclinaison N.-O.; ensuite les alternances de la région des grès qui sortent de dessous les calcaires. Toutes ces couches sont très bouleversées; mais, en général, elles ne sont point altérées par la masse éruptive, dont les épanchements se continuent jusqu'à l'extrême pointe. Les dislocations que le sol a subies dans cet endroit sont si nombreuses et si variées, que l'on ne peut compter aucunement sur les directions et les inclinaisons. Il est néanmoins évident, pour celui qui a visité le terrain silurien des autres parties du Finistère, qu'ici, tout aussi bien que de l'autre côté de la presqu'île, les mêmes régions de ce terrain se reproduisent avec le même ordre de superposition.

Du côté opposé de l'île de l'Aber, sur les côtes S. et S.-O., on voit encore tout le terrain bouleversé par la roche ignée, dont les éruptions sont très nombreuses, et qui parfois s'est déversée sur les couches préexistantes. Ces couches suivent une direction moyenne E. 25° N.; elles ont une inclinaison d'environ 50° N.-O. Cette direction et cette inclinaison sont précisément celles que doivent avoir les couches, dans cette localité, si l'on admet qu'au-delà du bassin de l'Aber la région des grès se relève pour former

la grande ride du Menez-Homme, qui vient expirer avec la montagne du Guern à la pointe de Treboulle (voyez plan et coupe, pl. XVIII, fig. 13).

Plus au sud, le fond de la baie de Douarnenez est borné par les schistes qui occupent les abords de la *Lieue de Grève*. Les grès, après s'être relevés encore une fois, pour former les hauteurs qui sont derrière la pointe de Kerwigen, paraissent cesser bientôt, ainsi que tout le terrain silurien, pour laisser à découvert les schistes que M. de Fourcy a désignés sur sa carte comme appartenant au terrain cambrien.

§ 5. RÉSUMÉ GÉNÉRAL SUR LE TERRAIN SILURIEN DANS LE FINISTÈRE, RAPPROCHEMENT DE SES PARTIES AVEC CELLES DU GRAND BASSIN SILURIEN ORIENTAL.

Par suite de la disposition du massif silurien dans le bassin central du Finistère, on peut arriver à une étude assez complète de ce terrain, au moyen de deux coupes du nord au sud. L'une s'étend de Morlaix à Gourin et à Quimper, et traverse la chaîne d'Arrhée et les Montagnes Noires. L'autre, de Brest à Douarnenez, longe les côtes occidentales du département; c'est celle que nous venons d'étudier. Les deux coupes sont assez compliquées; dans l'une comme dans l'autre, le terrain est soumis aux mêmes lois, aux lois que M. Dufrénoy avait été conduit à établir par l'étude du terrain de transition de Nantes à Rennes et dans le Bocage normand.

A. — *Chaîne d'Arrhée et Montagnes Noires.*

M. Dufrénoy, et après lui M. de Fourcy, ont reconnu que les grès siluriens venaient s'appuyer contre les schistes luisants cambriens qui constituent les montagnes d'Arrhée; ces grès, accompagnés quelquefois par des poudingues, après avoir formé le vaste bassin de Poullaouen, dans lequel reposent la partie supérieure du terrain silurien et les couches devoniennes, se montrent de nouveau sur les hauteurs des Montagnes Noires; ils y forment jusqu'à trois rides parallèles (1), et autant de bassins

(1) Ces rides ne sont pas d'une longueur indéfinie, mais elles s'étendent, sous forme de protuberances allongées, sur 3, 4 lieues ou plus de longueur, avec des largeurs variables, mais qui ne dépassent guère, en général, une demi-lieue.

remplis par les schistes, et viennent se heurter en définitive contre les formations cambriennes relevées par le plateau granitique du midi. Le grand mamelon du granite à gros grains d'Huelgoat, injecté après coup, n'a point changé la disposition générale du terrain, mais il a pu déranger les couches du sol dans ses environs les plus immédiats; c'est ce que l'on observe sur la route de Morlaix à Poullaouen, au nord de Berrien; les schistes luisants et satinés des montagnes d'Arrhée, soulevés par le granite du Cloître, et qui ordinairement plongent vers le sud, présentent ici une inclinaison septentrionale très marquée: ce résultat anormal ne peut être dû qu'à l'action postérieure des granites à gros grains. C'est à ces mêmes granites que l'on doit attribuer le relèvement des grès au N.-O. de Squiriou.

B. — *Côtes ouest du Finistère.*

Le long des côtes de la rade et de la baie de Douarnenez, dans l'Armorique, et, dans la presqu'île de Crozon, les rides du terrain silurien sont plus multipliées, et sont loin de présenter la régularité et l'étendue qu'on observe, par exemple, dans celles des Montagnes Noires. En dehors de cela, des bouleversements postérieurs ont modifié ici encore une fois la grandeur et la forme des bassins intermédiaires. Cependant la disposition générale du terrain que M. Dufrénoy a indiquée, dans sa coupe de Rennes à Nantes, est aussi vraie pour le massif oriental du Finistère que pour sa partie la plus occidentale. Dans la contrée silurienne que nous avons étudiée, lorsqu'on rencontre une de ces longues collines, une de ces rides puissantes qui la sillonnent, on est sûr de marcher sur la région des grès; partout où le terrain fléchit pour former les vallées intermédiaires, on trouve des calcaires ou des indices de la région calcaire, et lorsque les bassins sont assez étendus, on remonte jusque sur la région des schistes et des grauwackes. La dénudation, qui a creusé de larges vallées au milieu des plateaux tertiaires, n'a contribué aucunement à augmenter les inégalités du sol dans ce pays; ayant à faire à des matières d'une dureté fort différente, l'action des eaux diluviennes s'est limitée à égaliser autant que possible les couches disloquées, en enlevant les moins résistantes, lorsqu'elles se trouvaient en saillie, et en émoussant les aspérités des plus dures. Partout où la section des rides formait une courbure, les schistes n'ont pu résister aux courants, et le grès a été mis à nu; les couches de grès

sont très bouleversées et brisées sur la crête de ces nervures, et il est le plus souvent fort difficile d'en distinguer la stratification : c'est bien ce qui devait arriver par les efforts du ridement, mais c'est en même temps ce qui empêche souvent d'en reconnaître la véritable direction, dont on ne peut s'assurer qu'en parcourant de longues étendues de chemin. Partout où le terrain formait des sillons, les régions supérieures, soutenues sur les côtés par la dureté des grès, ont été respectées ; elles se sont conservées, et on les retrouve d'autant plus puissantes que les bassins sont plus profonds. C'est ainsi que les petites rainures qui partagent longitudinalement la presqu'île de Crozon ne renferment que quelques traces de la région des calcaires et de celle des schistes, tandis que dans le bassin à l'est de la rade, ceux du fond de la baie de Douarnenez et de Poullaouen contiennent un nombre de plus en plus grand de couches supérieures non emportées, et que si les dépressions des environs de la rade et de la baie de Douarnenez renferment la région calcaire et celle des schistes siluriens, celle de Poullaouen supporte même des couches devoniennes.

C. — *Distribution des grès, des calcaires, et des schistes et grau-wacks dans les trois régions siluriennes, et dans les différentes parties du Finistère.*

Il ne faut pas prendre minéralogiquement à la lettre les dénominations que nous donnons aux différentes parties du terrain silurien du Finistère. Ainsi, la région des grès n'est pas exclusivement formée par cette roche ; ce sont des couches de grès alternant avec des schistes et quelques grau-wacks. Mais ces schistes sont en général différents, par leur aspect, de ceux qui constituent la véritable région schisteuse : ils sont *desséchés*, si l'on me permet de m'exprimer ainsi ; en d'autres termes, ils sont quelquefois plus feuilletés ; d'autres fois ils prennent l'aspect ardoisier, ou sont enclins à la division pseudo-régulière ; quelquefois même ils sont dans un état de métamorphisme très avancé. Les schistes intercalés étant beaucoup plus décomposables que les grès, ceux-ci font toujours saillie, et dominent par conséquent sur les plateaux ; mais au fond je crois que les schistes et les grau-wacks ensemble ont concouru presque autant que les grès à la formation de la région inférieure du terrain, et il s'en faut que ceux-ci soient partout également puissants ; leurs cou-

ches l'emportent souvent , et sont quelquefois inférieures en puissance aux schistes intercalés. A l'approche de la région moyenne, les alternances de schistes et de grauwackes deviennent plus fréquentes. Les grès cessent complètement dans les deux régions supérieures.

La région des calcaires est toujours indiquée par des schistes noirs-bleuâtres, bitumineux, puants, renfermant en grande abondance certaines espèces de fossiles. Les calcaires proprement dits se trouvent renfermés entre ces schistes sous forme de nodules ou de grandes lentilles aplaties qui deviennent de véritables couches pour l'observateur : c'est ce qui explique l'abondance de cette roche dans quelques localités, tandis que dans d'autres à peine si l'on s'aperçoit de sa présence. On n'a pas trouvé jusqu'à ce jour de calcaires dans l'est du département ; devons-nous conclure, d'après cela, que la région médiane des calcaires n'est qu'un fait purement exceptionnel limité au bassin de la rade ? Cela pourrait se concevoir si, à l'époque du dépôt des matières résultant soit des débris de couches plus anciennes remaniées, soit de la décomposition et désagrégation des roches ignées, le terrain eût été disposé par bassins comme aujourd'hui. Mais le plissement est postérieur, la mer silurienne recouvrait tout le massif : le calcaire existe près de Kelern, aussi bien qu'à l'extrémité orientale de la rade près de l'embouchure de la rivière de Châteaulin ; nous l'avons vu se montrer sur les côtes de la baie de Douarnenez, et toujours dans la même position : des calcaires analogues sont exploités dans plusieurs localités du bassin oriental. Pourquoi cette région, qui se montre comme un fait général dans tout le terrain, qui recouvre le fond de tous les bassins et sillons des grès siluriens dans l'ouest du Finistère, n'existerait-elle pas même à l'état de rudiment, à quelques lieues de là, dans le grand bassin de Poullaouen ? Ne devons-nous pas plutôt croire que l'absence d'affleurements riches, et les difficultés d'observation dans un terrain aussi couvert que l'intérieur du Finistère, ont peut-être dérobé jusqu'à présent ce trésor aux recherches de l'industrie ? Est-ce que toutes les lentilles calcaires qui peuvent exister au fond de ce bassin auraient disparu comme les nombreux cristaux de spath qui faisaient partie du filon d'Huëlgoat, et dont les moules fréquents de quartz pseudo-morphique nous attestent l'existence ? Nous ne le pensons pas ; quelque trou de sonde nous éclairera peut-être un jour sur cette question. En attendant, on pourrait regarder les nodules de fer carbonaté,

trouvés près de Poullaouen, et analysés par M. Pernollet, directeur de ces mines, comme étant un indice de masses calcaires peu éloignées. Sous l'influence de l'épanchement des roches sili- ceuses, si fréquentes dans la contrée, une partie du calcaire aurait été décomposée; le fer qui, ainsi que nous avons vu aux envi- rons de Lanvéoc, existe à l'état peroxidé dans le voisinage de la région calcaire, aurait absorbé l'acide carbonique devenu libre : des sources minérales l'auraient entraîné, à l'état de carbonate, jusqu'à la surface. M. Ebelmen a démontré dernièrement (1) que le fer déposé, à l'état de peroxide, pouvait être réduit par les matières organiques : or, il suffit que des fentes aient amené l'a- cide carbonique, qui se dégageait sur du fer en contact avec des restes organiques, pour que les réactions que nous avons indi- quées tout-à-l'heure aient pu avoir lieu.

Dans la région supérieure, que j'appelle des schistes et des grau- wackes, le partage entre ces deux roches est assez inégal; dans l'O. de la rade, les schistes sont de beaucoup les plus abon- dants; les grau- wackes ne se montrent que par des nodules (*fig. 16, pl. XVIII*), ou par des bandes (*fig. 9, pl. XVIII*), et des couches minces intercalées au milieu de la masse schisteuse. Dans l'E. et dans le bassin de Poullaouen, cette dernière roche paraîtrait beaucoup plus abondante; elle arrive même à exclure les schistes sur de certaines étendues, mais il m'est impossible d'accorder qu'elle forme à elle seule exclusivement un système silurien su- périeur; l'alternance de nombreuses couches de schistes, même là où les grau- wackes sont le plus puissantes, comme par exemple dans le grand bassin de l'E. du département, n'est point contes- table, lorsqu'on ne se borne pas à l'étude de quelques carrières, qui naturellement sont toujours ouvertes dans la grau- wacke. Je suis plutôt porté à croire, et le fait observé sur la côte de Ke- lern (*fig. 16, pl. XVIII*) me confirme dans mon opinion, que la grau- wacke est renfermée au milieu des schistes sous forme de grands bancs aplatis, à la manière des calcaires : or, elle n'a ni l'importance ni l'existence propre de ces derniers, pour qu'on soit autorisé à en faire une formation indépendante; en effet la grau- wacke n'est que le dépôt de la partie la plus grossière des débris des couches schisteuses plus anciennes; c'est en quelque sorte le sable des terrains de transition argileux : or, ces sables

(1) *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences.* — Séance du 19 mai 1845.

ont dû se déposer par plaques et de préférence là où des courants ou la disposition du sol étaient le plus favorables à leur dépôt; différant en cela des parties les plus ténues, qui, pouvant rester plus longtemps en suspension dans les eaux, ont dû se déposer en grandes strates sur toute l'étendue des mers.

D. — *Minerais métalliques dans l'O. du Finistère.*

Mais si la rade est bien fournie de calcaires, elle ne possède point ces dépôts argentifères, ces filons de plomb et de zinc qui font la richesse et l'orgueil des environs d'Huëlgoat et de Poul-laouen. Cependant M. Durocher paraît avoir trouvé des indices de minerais de cuivre sur un point de la côte près de l'île de l'Aber (baie de Douarnenez); j'ai trouvé dans mes courses des traces de blende, dans un grès bleuâtre de la région des alternances tout près de Lanvéoc, sur la côte qui du fort conduit à l'étang du Fret; j'ai rencontré dans plusieurs localités du fer oligiste ou du fer hydroxidé brun. Le gisement de ces minerais de fer est même assez curieux; ils paraissent avoir remplacé les couches de schistes à la limite de la région des grès et de celle des calcaires; c'est au moins dans une position semblable qu'on les voit sur les côtes de la rade près de Lanvéoc, et dans le petit bassin de l'Aber; les minerais de fer du Poulmic et de Landévenec ont une position analogue. A ce propos, je citerai deux faits qui peuvent nous mettre à même d'expliquer l'origine de ces dépôts. Le premier est indiqué par M. de Fourcy, qui remarque que les minerais de fer du terrain cambrien « ne sont point disséminés au hasard dans la formation, mais qu'on les trouve en voisinage des roches ignées soit granitiques, soit amphiboliques », auxquelles roches ils paraissent se rattacher par leur origine. Le second a été observé par M. d'Omalius d'Halloy dans la Belgique. Par suite d'une révolution postérieure au terrain houiller, les couches carbonifères et celles des terrains plus anciens existant dans ce pays présentent des plissements analogues à ceux que l'on observe dans la Bretagne. M. d'Omalius d'Halloy, qui parle de ce phénomène dans son excellent *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique* (1), fait observer que les dépôts métallifères du pays se trouvent toujours à la limite des systèmes calcaireux et quarzo-schisteux de M. Dumont. En se fondant sur

(1) Bruxelles, 1842.

cette observation, l'illustre géologue attribue ces dépôts à l'effet d'une sublimation qui se serait opérée lors du ridement, et il explique le fait de la position particulière des amas métalliques par la considération que les matières volatilisées ont dû se frayer un passage vers la partie supérieure des bords des bassins, là où la pression des masses se faisait sentir le moins. Ne devrait-on pas voir un résultat de ces deux faits dans le gisement constant des minerais de fer et des autres traces de métaux que nous avons indiqués dans le terrain silurien à la limite de la région des grès avec la région calcaire ?

E. — *Métamorphisme des roches siluriennes.*

Je ne prétends pas aborder dans ce petit travail la grande question du métamorphisme des roches de sédiment ; non que la Bretagne ne présente une série de faits de ce genre très remarquables, mais après ce qu'en ont dit MM. Dufrénoy et E. de Beaumont ; et mon savant compatriote M. de Collegno (1), une étude sur ce sujet exigerait une suite d'expériences et d'analyses, que le défaut de temps, au moment de partir pour un long voyage dans le Nord, m'empêche d'exécuter dès à présent ; je me réserve de me livrer à ce travail lorsque j'en aurai le loisir. Je ferai tout simplement remarquer, après M. de Fourcy, que le terrain silurien est en général peu modifié, même au contact des granites, et que si le terrain cambrien a subi parfois en Bretagne de profonds changements, par lesquels des minéraux tels que les micas, la staurotide, la tourmaline, ont pu y être introduits, les couches siluriennes dans leur altération la plus prononcée ne présentent guère que des macles. Encore ce n'est pas dans le Finistère que le métamorphisme du terrain silurien est le plus avancé ; les grandes macles bien développées ne se trouvent que dans les schistes qui environnent les granites du Morbihan près des forges des Salles entre Pontivy et Rostrenen. Ces schistes étant très altérés et leurs directions pouvant induire en erreur à cause de circonstances locales, tant qu'on n'avait pas trouvé de fossiles on a dû les regarder comme cambriens : c'est ainsi qu'ils avaient été classés originairement par M. Dufrénoy, qui lui-

(1) *Sur le métamorphisme des roches de sédiment et en particulier sur celui des dépôts de combustibles*, par M. H. de Collegno, doyen de la Faculté des sciences. Bordeaux, 1842.

même cependant, guidé par son intuition supérieure, avait cru devoir faire ses réserves à ce sujet (1) ; plus tard on y a trouvé des fossiles tout-à-fait analogues à ceux que l'on rencontre dans les autres massifs siluriens de la Bretagne, et qui paraissent appartenir à la faune de cette époque (2). Ce fait doit être placé au nombre de ceux qui tous les jours viennent démentir les conclusions les plus fondées d'après tout ce qui était connu auparavant. Aujourd'hui M. Dufrénoy lui-même, dans son amour pour la vérité scientifique, n'hésite pas à reconnaître que cette circonstance nouvelle doit modifier les vues des géologues sur cette partie de la Bretagne. M. Dufrénoy réunit désormais les

(1) Je trouve dans le Mémoire de M. Dufrénoy *Sur les terrains anciens du N.-O. de la France* (*Ann. des Mines*, 5^e série, t. XIV, 1838, p. 230) ce qui suit :

« Dans la *Carte géologique de France* j'ai essayé de faire la distinction des deux terrains de transition sur toute la surface de la Bretagne ; je regarde comme à peu près exactes les limites que j'en ai tracées pour les terrains au N. de la bande granitique ; quant à celles du centre de la Bretagne et des montagnes d'Arrhée, je ne possède que peu de données positives pour les marquer ; les directions des couches, quelquefois incertaines, et les analogies des roches ont été mes seuls guides. »

(2) M. Boblaye (*Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1^{er} sem. 1838, p. 186) avait découvert des empreintes fossiles appartenant à des *Orthis* et à des *Trilobites* du genre *Calymène* dans des schistes macifères, à 200 mètres S.-E. de l'étang des Salles, mais les macles de ces schistes n'étaient pas très développées ; c'était cependant déjà une preuve matérielle et visible en faveur des théories du métamorphisme. M. Dufrénoy a rapporté ensuite des échantillons d'une beauté remarquable, dans lesquels on voit en même temps des macles dans leur état de développement le plus parfait, et des empreintes tout-à-fait caractérisées de *Spirifères*, d'*Orthis*, de *Trilobites*. Dans une de mes excursions en Bretagne, dans l'été de 1844, j'ai été assez heureux pour trouver dans le bassin même du grand étang, alors presque desséché, des schistes luisants renfermant en même temps et dans un même échantillon de grosses macles, de 0^m,04 et 0^m,05 de long, sur 6 et 8 millimètres de côté, et des empreintes ferrugineuses parmi lesquelles on peut aisément reconnaître des *Orthis*, dont l'aspect est tout-à-fait analogue à celui de certains fossiles de la rade de Brest. Un de ces échantillons présente avec la plus grande évidence le passage insensible qui a lieu entre les schistes et les macles à leurs extrémités, et par conséquent la formation postérieure incontestable de ces minéraux qui se sont développés par des influences métamorphiques (pl. XVIII, fig. 17).

couches métamorphiques des environs de Pontivy aux autres parties du terrain silurien.

Sur les côtes du Finistère ce n'est que dans la région inférieure, au milieu des grès, que j'ai pu observer dans les schistes un état d'altération bien sensible; le grès lui-même n'est que peu modifié; dans la région calcaire et à ses limites les schistes montrent souvent de la tendance à devenir ardoisiers, mais ils ne sont point assez altérés pour être de véritables ardoises; ou lorsqu'ils le sont, ce sont de mauvaises ardoises, car il paraîtrait que la chaleur n'a pas agi ici assez lentement pour permettre à la fissilité de se développer sans que la continuité des plaques fût interrompue. Les porphyres quartzifères, qui ont agi si fortement sur les schistes siluriens dans le département des Côtes-du-Nord, n'ont eu presque aucune influence modifiante sur ceux du Finistère (1). Nulle part je n'ai vu de traces de métamorphisme dans le voisinage, soit de ces porphyres, soit des amphibolites. M. Durocher paraît cependant avoir rencontré à proximité des épanchements de l'île de l'Aber une roche profondément modifiée par la chaleur, et dans laquelle il aurait même reconnu des vestiges d'organisation.

F. — *Révolutions subies par le terrain silurien dans le Finistère.*
— *Partage des terres et des mers.*

Le plus ancien des terrains de transition avait été disloqué par un mouvement soudain. En même temps les granites à petits grains étaient apparus à travers de larges ouvertures qui s'étaient faites dans l'écorce terrestre, parallèlement à un grand cercle dont M. de Beaumont indique la direction N.-E. un peu E. Relevées entre les deux grands plateaux granitiques de la Bre-

(1) C'est un fait connu que l'émergence d'une même roche n'a pas toujours exercé au même degré son influence modifiante sur les couches environnantes; souvent même cette influence a été nulle. Je saisis cette occasion pour annoncer une observation qui tendrait à confirmer le fait que le métamorphisme a pu être souvent le résultat de la combinaison de plusieurs causes, et que quelquefois des influences chimiques, qui ne sont pas encore complètement appréciées, ont pu se joindre à l'action de la chaleur, ainsi que M. de Buch l'a fait observer à l'égard des dolomies. Les schistes exploités à Angers, pour ardoises, sont traversés par une multitude de veines et de filons de quartz. Ayant examiné avec soin les parties du schiste en contact avec ces filons, je n'ai pu y reconnaître

tagne, les couches cambriennes devaient présenter deux inclinaisons principales vers le N.-O. et vers le S.-O. ; peut-être même quelques rides se formèrent-elles en même temps dans ce terrain, ainsi contraint de subir la force d'épanchement des deux grandes masses pâteuses ; c'est du moins ce que l'on est conduit à admettre par l'étude du sol cambrien dans le Bocage normand.

Le second terrain de transition s'était déposé ; son dépôt avait été suivi par celui des couches de transition supérieures : entre ces deux terrains, également reconnus dans les limites de la Bretagne, aucune discordance, aucun bouleversement apparent n'est arrivé dans ce pays. Les couches du premier reposaient tranquillement sur les tranches des formations plus anciennes, préalablement redressées et en partie altérées. Les sédiments devoniens continuaient la série de ces dépôts horizontaux. Le terrain silurien était formé à la base par un système de couches rigides, dures, peu altérables par la décomposition ; ses parties supérieures étaient molles, plus flexibles, plus exposées aux ravages des eaux et des agents atmosphériques, les couches devoniennes étant, par leur nature, impuissantes à les protéger. Un nouvel ébranlement a eu lieu alors à la surface de la terre ; d'énormes fractures se sont ouvertes suivant une direction voisine de l'E. 15° S., les masses granitiques ont reçu une nouvelle impulsion, des porphyres quartzifères se sont fait jour dans bon nombre de localités. Les couches cambriennes déjà inclinées ont été redressées encore une fois, mais cette fois obliquement au premier soulèvement ; le mouvement s'est fait autant sur leurs tranches inférieures que sur leurs plans. Les couches des terrains de transition supérieurs, ébranlées par les efforts récents des granites, ont alors perdu leur horizontalité primitive ; ces terrains, pressés dans un espace plus restreint, ont été contraints de se plisser sous les efforts combinés des masses d'émersion. Si le mouvement eût été simple de sa nature, ce plissement aurait toujours eu lieu dans une direction E. 15° S. parallèle au soulèvement. Les chaînes de montagnes provenant du ridement du terrain seraient toutes

aucune modification ; mais dans un endroit où le quartz se trouvait accompagné par du calcaire, des pyrites de fer, de la blende, de la galène et de la baryte sulfatée, l'altération de la roche encaissante était très visible ; cette roche devenait calcarifère, elle perdait presque complètement sa fissilité ardoisière, et elle n'avait plus la couleur noire brillante des ardoises, tandis que son grain paraissait plus grossier.

parallèles entre elles, comme les couches qui plongent sur leurs côtés le sont par rapport aux rides du terrain : aussi cette direction générale se trouve empreinte dans la direction de la grande vallée silurienne centrale du N.-O. de la France.

« Mais les dislocations siluriennes qu'éprouve un terrain, dit » M. Dufrénoy, dont la stratification a déjà été dérangée, peut avoir pour résultat de faire glisser les couches suivant des » fissures déjà faites, et non suivant la direction que la force agissante imprimerait au terrain s'il était vierge de tout soulèvement. » Et M. E. de Beaumont, dans son mémoire constitutif sur les soulèvements des montagnes, avait déjà fait remarquer que les couches houillères de la Belgique et du grand bassin du nord de la France avaient été plissées par suite de la révolution à laquelle il a donné le nom de système de soulèvement des Pays-Bas et du Pays de Galles, et « que les plis se sont produits » pour moitié suivant la direction de ce soulèvement, et pour » l'autre moitié suivant les directions des dislocations que présentaient déjà en chaque point les couches les plus anciennes » affectées par des bouleversements antérieurs. » En Bretagne, le terrain cambrien était au dessous ; il avait été déjà relevé suivant une direction différente ; par le nouveau soulèvement auquel ses propres couches étaient soumises, il a dû modifier les mouvements des terrains dont il était le support ; le redressement des couches cambriennes a dû produire nécessairement un raccourcissement dans la ligne de section supérieure de leurs tranches dénudées. Ce fait, qui découle du mécanisme même de l'action des masses intérieures, et que M. de Beaumont rappelle souvent dans ses leçons orales, a puissamment aidé au plissement des dépôts superposés, et il a souvent contribué à en changer la direction ; j'ai essayé de la représenter de mon mieux dans la fig. 15 de la pl. XVIII. L'influence du mouvement des couches cambriennes sur le plissement silurien a dû être d'autant plus grande qu'elles avaient été originairement moins relevées, et qu'elles l'ont été davantage lors du soulèvement post-devonien. Supposez l'inclinaison antérieure des couches cambriennes très grande, et vous aurez une prépondérance de la direction silurienne dans le plissement ; supposez-la au contraire faible, le raccourcissement de la section supérieure des tranches sera d'autant plus considérable, le plissement se fera presque uniquement par cette action, et la direction cambrienne dominera dans les rides du terrain. C'est cette dernière explication qu'il faut adopter pour toutes

les parties du massif silurien qui affectent la direction E. 25° N., ou à peu près, et notamment pour les terrains de la rade de Brest. Il découle de ces considérations qu'on ne doit avoir égard qu'aux directions générales d'un terrain, et que, dans le cas actuel, plusieurs systèmes de couches bien caractérisées comme étant siluriennes peuvent être disposées parallèlement suivant la direction cambrienne ou toute autre direction, sans que pour cela elles cessent d'appartenir au terrain silurien. En d'autres mots, on ne pourra pas ranger un système de couches dans l'étage cambrien, par exemple, par la seule considération de leur direction E. 25° N.

Or, dans le Finistère, trois mouvements principaux ont contribué à donner au sol silurien son relief actuel. D'abord la perturbation post-cambrienne, dont les effets ont survécu dans le nord du département à toutes les révolutions postérieures; le soulèvement des porphyres quartzifères, dont on peut voir les traces dans la chaîne des montagnes d'Argol, et l'éruption des granites à gros grains, qui n'est venue que plus tard modifier dans un sens E.-O. une grande partie des dispositions qui avaient été créées auparavant; c'est dans le sud du département que les indices de leur action sont le plus sensibles. Comme nous l'avons vu dès le commencement de ce travail, deux autres mouvements ont agi du N. au S.; mais les traces de leurs ravages ne sont point aussi générales que celles des trois révolutions que nous venons d'indiquer.

Traces des dislocations post-cambriennes dans le Finistère; Armorique; montagnes d'Arrhée. — La trace des modifications cambriennes dans le Finistère nous est conservée par deux ridements principaux, dont chacun se compose de plusieurs plis. Le premier constitue la presqu'île de l'Armorique, la rade presque tout entière et le nord de la presqu'île de Kelern. Le second forme la chaîne des montagnes d'Arrhée et, dans sa continuation, les hauteurs de Quimerch et la ride centrale de la presqu'île de Crozon, depuis la rivière de Châteaulin jusqu'à cette dernière localité. Ces directions anormales qu'affecte le terrain silurien du nord du Finistère sont une des meilleures preuves de la présence du terrain cambrien au-dessous des grès qui forment la base du premier; elles sont l'effet de cette présence; elles n'existeraient pas sans cela. Supposons donc pour un moment que les discordances de stratification ne fussent pas là pour nous éclairer sur ce sujet, le fait de la superposition des deux terrains cambrien

et silurien en Bretagne n'en résulterait pas moins évidemment.

La grande dépression occupée par les eaux de la rade de Brest est le résultat de ces deux systèmes de rides, de l'Armorique et des montagnes de l'Arrhée, modifié plus tard par les perturbations N.-S., par la dénudation et par les éjections des roches amphiboliques. Sa direction générale n'est point de l'O. un peu N. à l'E. un peu S., comme on pourrait le croire au premier aperçu. Pour le navigateur qui apprécie les directions par la longueur du trajet, pour le simple géographe encore qui ne s'occupe que de la disposition matérielle des terres et des mers, la direction de la rade de Brest serait celle que suivrait une ligne conduite du Goulet à la rivière de Châteaulin. Mais pour le géologue, pour celui qui doit s'enquérir des causes qui ont produit le relief actuel du sol et amené le partage actuel des terres et des mers; pour celui-là la véritable direction de cette dépression ne sera jamais celle de sa plus grande longueur. Cette étendue de l'O. à l'E. n'est que le résultat de plusieurs dépressions transversales dont la direction approche de l'E.-N.-E., et qui sont réunies par des bas-fonds et des détroits qui partagent la rade en différents bassins. Le premier de ces bassins au N. n'est en quelque sorte qu'un grand canal creusé par la dénudation dans les schistes cambriens, à la limite de ceux-ci avec les grès siluriens de la rivière de Landernau et de ceux de la presqu'île de Kelern qui leur font suite; la rivière de Châteaulin, les eaux qui baignent la côte métamorphique de Brest et le Goulet, sont renfermées dans ce bassin. Le second bassin se trouve entre la presqu'île de Kelern, les côtes O. de l'Armorique, l'Île Ronde et l'Île Longue; par suite d'une dépression des grès ce second bassin se confond avec le premier sur une grande partie de sa longueur; il est séparé du troisième par la pointe de l'Armorique et par la petite ride qui se termine au N.-O. de Crozon avec la pointe de Restelen. Les roches pétro-siliceuses de la pointe de Pachanel et de l'Île Longue sont venues rétrécir l'étendue de ce bassin et établir les deux grandes divisions actuelles de la rade. Le bras de mer de Lauberlach, les eaux de Lanveoc et l'anse du Fret constituent le troisième bassin de plissement; les rides de la pointe de Penarviz et de la presqu'île de Rosegat forment le détroit qui sépare ce dernier du quatrième grand bassin, celui de Daoulas et de l'anse de Poulmic. Cette disposition par bassins de plissements transversaux ne se dément pas même dans le rétrécissement final de la partie la plus orientale de la rade; l'anse du Loc et le ren-

trant de Logonna, la rivière de l'Hôpital, celle au N. de l'île de Tibidy et l'embouchure de celle de Châteaulin, en sont des exemples frappants.

Trace des modifications post-siluriennes, Montagnes Noires, Menez-Homme, montagnes d'Argol. — La longue chaîne des Montagnes Noires, le Menez-Homme et les montagnes d'Argol jusqu'à la pointe de Treboulle, doivent leur formation primitive exclusivement aux influences du soulèvement post-devonien. Mais au point de rapprochement de deux ridements exécutés dans le même temps et en sens opposé, des tiraillements ont dû avoir lieu dans les couches ainsi soumises à ces terribles convulsions; il en est résulté des rides transversales qui n'ont la direction d'aucun des soulèvements précédents, telle est, par exemple, celle qui constitue la petite chaîne de Runbras, au fond de la baie de Douarnenez. C'est aux points de jonction de ces rides transversales avec les rides principales que les couches ont dû être le plus tourmentées et brisées : aussi c'est là que l'on rencontre, sur de grandes étendues, ces grès fragmentaires qui impriment au pays un caractère de désert et de désolation.

Modifications post-carbonifères, côtes ouest terminant les plateaux granitiques, extrémité de la presqu'île de Crozon. — Nous avons trouvé que sur l'isthme de Kelern les couches siluriennes ne portaient pas seulement l'empreinte du plissement N.-O., mais qu'elles avaient été évidemment relevées une seconde fois vers l'O. et dans une direction à peu près N.-S., et cela postérieurement à l'époque du plissement. Ce fait se lie à un système de petites rides qui se montrent dans la direction du méridien, à l'extrémité de la presqu'île de Crozon. M. de Fourcy attribue les dislocations de cette nature, qui ont contribué à donner le relief actuel à la contrée, au soulèvement N.-S. des amphibolites. Il est de fait que depuis la pointe de la Chèvre jusqu'à l'isthme de Tregoudan, au-delà du camp de Kelern, les mouvements N.-S. ont compliqué la disposition des rides préexistantes et ont servi à les relier. C'est probablement à des mouvements analogues que l'on doit la formation du cap de la Chèvre et la constitution définitive de la rade par le relèvement de la partie antérieure de la presqu'île de Crozon. Je n'ai pas assez de données pour apprécier jusqu'à quel point un rapprochement de ces dislocations de l'extrémité du Finistère avec les épanchements tardifs des amphibolites peut être autorisé. Je ferai pourtant observer que la direction N.-S. générale de cette côte est paral-

lèle à celle de la côte en face de l'île d'Ouessant, et de celle de la côte au S. depuis la pointe de Penmarch jusqu'à Douarnenez : or, nous avons vu que la formation de cette dernière côte ne peut être due qu'à une révolution antérieure au quatrième système, car sa direction primitive est modifiée et presque effacée par le soulèvement des granites à gros grains qui ont formé, comme nous le verrons bientôt, la presqu'île de Douarnenez. Je demande si tous ces phénomènes, qui ont eu lieu parallèlement et à peu près sur la même ligne, ne doivent pas être regardés comme le résultat d'une seule et même catastrophe, de celle par laquelle le troisième système de soulèvement a eu lieu? On voit d'ailleurs, par l'étude de toutes les autres parties de la rade et du Finistère, que jamais les amphibolites n'ont exercé une influence décisive sur la direction des rides du terrain; leur action se limite toujours à des contournements plus ou moins brusques des couches schisteuses qui sont immédiatement en contact avec ces roches éruptives. Ces amphibolites paraissent être arrivées à la surface à des époques différentes, et le plus souvent par les mêmes cheminées qui avaient déjà servi à d'autres masses plutoniennes, sans que pour cela le sol ait été très fortement ébranlé à de grandes distances.

Modifications postérieures au zechstein; presqu'île de Douarnenez. — La presqu'île de Douarnenez doit son existence à l'éruption des granites à gros grains, et les traces des dislocations produites à cette époque nous sont restées tout entières dans la disposition du terrain houiller et des schistes métamorphosés qui sillonnent la presqu'île par de longues bandes enclavées dans les granites. La direction primitive de la chaîne des Montagnes Noires a été également modifiée par l'arrivée au jour de ces granites qu'on voit aux environs de Rostrenen.

La postériorité des granites à gros grains et porphyroïdes, par rapport aux granites à petits grains et même au terrain carbonifère, me paraît incontestable. M. Dufrénoy a signalé l'injection du granite porphyroïde dans les granites à petits grains près de Guingamp et de Lesneven, et dans d'autres localités. Par des observations que j'ai faites moi-même près d'Avranches, dans le département de la Manche, j'ai pu me convaincre de la postériorité du granite à gros grains par rapport au relèvement primitif du terrain cambrien : or, si l'on admet que ce terrain a été originairement disloqué par les granites à petits grains, ce que personne n'a contesté, il en dérive l'antériorité de ces granites à l'égard du

soulèvement postérieur que le terrain cambrien paraît avoir subi dans cette localité, et, par conséquent, à l'égard aussi des granites à gros grains qui en ont été la cause (1). M. Dufrénoy avait également établi la postériorité de ces granites par rapport au

(1) Je vais donner ici une relation de ce que j'ai vu dans cette localité, telle qu'elle a été écrite dans mon journal de voyage. La ville d'Avranches est placée sur une hauteur en face de la baie du mont Saint-Michel, à la limite d'un mamelon que M. Dufrénoy regarde comme étant du granite à gros grains, et de schistes qui font suite aux couches cambriennes des environs de Mortain. Dans la ville elle-même, vers sa partie N.-E., le long d'un chemin qu'on appelle du Grand Tertre et qui descend rejoindre la grande route de Villedieu, on peut observer dans une large carrière abandonnée et un peu au-dessus de cette même carrière la superposition des schistes au granite, et tous les accidents qui se présentent au contact des deux terrains. On voit d'abord et avec la plus grande évidence que les granites ont percé à travers des schistes dont les couches étaient déjà très inclinées; qu'ils ont soulevé de nouveau ces schistes, mais dans une direction qui forme un grand angle avec celle du premier redressement, et en repoussant les tranches inférieures que présentaient leurs couches fortement redressées. On voit les nombreuses fractures indiquées par de superbes surfaces de glissement et dont la direction représente celle du nouveau soulèvement. On voit les filons qui ont été injectés dans les schistes par la roche ramollie perpendiculairement aux surfaces de glissement, ainsi que cela devait être si on les suppose partant d'un centre d'émergence ou foyer commun. On voit enfin le schiste qui, à l'approche du granite, devient de plus en plus micacé et compacte, et qui est même blanchâtre lorsqu'on est très près du contact: cependant l'altération des couches schisteuses dans cet endroit n'est pas très avancée et ne s'étend pas au loin. Le granite est à feldspath blanc et mica noir; il paraît renfermer de l'albite; les petites paillettes de mica qui se sont développées dans les schistes sont également noires. Voici les directions que j'ai obtenues à l'aide de la boussole:

Direction des couches cambriennes = N. 30° E.; inclinaison 80 à 85° N.-O. (La direction primitive du soulèvement post-cambrien a été altérée par l'émergence postérieure du granite voisin.)

Direction des surfaces de glissement = E. 10 à 15° S.; leur inclinaison est d'environ 45° N.-E.

Angle que forment les directions des deux soulèvements = 75°.

Direction d'un gros filon de granite de 0^m,6 de puissance, injecté à travers les schistes = E. 20 à 25° S.; inclinaison 50° environ S.-O.

La figure 2, pl. XVIII, peut donner une idée assez exacte de ce que nous venons de dire.

terrain carbonifère, en s'appuyant sur plusieurs considérations générales et sur une observation particulière à une roche des environs de Quimper, qui lui paraissait se rapprocher des pegmatites et avoir bouleversé le terrain houiller de cet endroit ; M. Rivière et M. de Fourcy, à sa suite, ont contesté la nature éruptive de la roche en question et sa postériorité à l'égard des couches houillères. Mais quoi qu'il en soit de cette roche, les granites à gros grains n'en sont pas moins postérieurs au terrain carbonifère ; car de simples observations à l'extrémité de la pointe de la presqu'île de Douarnenez nous permettent de fixer avec assez de certitude l'époque à laquelle ils ont été soulevés relativement à ce terrain.

La presqu'île de Douarnenez est, sur le modèle de la Bretagne entière, constituée par deux plateaux de granite à petits grains ; ils s'étendent de l'E. à l'O., et sont séparés par une longue vallée longitudinale qui renferme des terrains de sédiment et des roches éruptives postérieures. On peut voir cette coupe en suivant à marée basse l'extrémité de la presqu'île, depuis la pointe du Croisan, le long de la baie des Trépassés, jusqu'au bec du Raz, sur lequel s'élève un de ces magnifiques phares que le voyageur admire sur différents points des côtes de la Bretagne, et que la France doit au génie toujours patriotique de l'illustre chef de l'Observatoire. On peut encore l'observer si l'on se donne la peine de traverser la presqu'île du nord au sud aux environs de Plogoff ou de Cleden. On y trouve les granites à petits grains formant les deux plateaux du nord et du sud et les deux pointes du Croisan et du Raz ; des couches subordonnées de micaschiste sont enclavées à différentes reprises dans ces granites. Le terrain houiller s'étend au milieu de la vallée. Un dyke puissant de granites à grandes parties, avec de belles lames de mica argentin, se trouve au nord de ce terrain, qui est en couches relevées, et le sépare des micaschistes et du granite à petits grains. Une roche feldspathique, que je crois beaucoup plus moderne et qui, par son aspect minéralogique, présente de grandes analogies avec le pétrosilex de la pointe de Pacbanel, se trouve, elle aussi, au contact du terrain houiller. Ainsi que cela est arrivé presque toujours, elle paraît avoir profité, pour s'épancher, de l'ouverture déjà pratiquée antérieurement. La direction E. 5 à 10° S. de la presqu'île, sa position anormale par rapport aux premiers soulèvements, la grande bande de granite pegmatite enclavée au milieu des plateaux de granites à petits grains, qui en sillonne le centre,

et qui en est pour ainsi dire la moelle épinière et l'âme, ne permettent guère de révoquer en doute la postériorité des granites à gros grains, et leur action qui a fait sortir la presque île du sein des eaux. Les couches houillères, relevées parallèlement à la bande de pegmatite, ne laissent aucun doute sur leur antériorité par rapport à celle-ci. Le petit plan et la coupe qu'on voit *fig. 18*, pl. XVIII, et qui ne sont que la réduction d'un travail fait à l'échelle du cadastre par M. Triger, directeur de mines à Chalonnnes, pourront mieux que toute explication mettre ce fait en évidence. Cet habile ingénieur, connu dans le monde scientifique par ses beaux travaux d'exploitation au milieu des sables mouvants de la Loire, et qui a fait une étude spéciale du petit bassin houiller de Cléden, a bien voulu me communiquer son relevé avant que je me rendisse sur les lieux pour visiter le gisement des couches houillères de la localité; c'est en lui en exprimant toute ma reconnaissance que je le joins à ce mémoire.

G. — *Rapprochement des terrains de la rade avec les couches siluriennes du grand bassin de la Haute-Bretagne.*

Nous terminerons ces considérations en faisant remarquer que la composition et la disposition du terrain silurien, telle qu'elle apparaît sur les côtes occidentales du Finistère, n'est pas un fait purement limité à ce département. M. Dufrénoy avait déjà reconnu la même disposition dans le grand massif oriental, dans un pays où les observations étaient bien plus difficiles, et à une époque où la géologie de la Bretagne était encore à créer. A quelques légères modifications près, résultant du plus ou moins grand développement acquis par certaines couches aux dépens de certaines autres, la composition du terrain silurien que nous avons trouvé sur les côtes de la rade peut être rapportée à celle de ce même terrain que M. Dufrénoy a décrit pour le massif de la haute Bretagne et de la Normandie.

On trouve dans plusieurs parties du massif oriental un poudingue à galets de quartz hyalin blanc à la base du terrain silurien. Des poudingues analogues sont cités par MM. Dufrénoy et de Fourcy au pied des Montagnes Noires.

Nous avons dans l'ouest du Finistère une région des grès qui accompagne ou remplace ces poudingues. Les mêmes grès se prolongent sur les flancs de la chaîne d'Arrhée; ils paraissent sur les croupes des Montagnes Noires; ils existent, et toujours dans

la même position, dans les contrées entre Nantes et Rennes, dans le Calvados et le département de la Manche. Généralement blanc, rouge quelquefois aux environs de May et dans le Cotentin, ce grès passe à l'état de quartzite et renferme du mica dans quelques parties du Finistère. Dans les montagnes d'Arrhée, sur la route de Morlaix à Poullaouen, le quartzite paraît renfermer le même fossile tigiforme qui est si abondant et caractérise le grès dans les environs de Mortain; le moule organique est remplacé par des paillettes de mica.

Dans le massif de Rennes, M. Dufrénoy indique des schistes noirs-bleuâtres recouvrant ces premiers grès; il place dans cette position les schistes ardoisiers d'Angers. Ces schistes sont moins développés dans la rade; nous avons pour les remplacer des alternances de grès, schistes et grauwackes; sur la côte de Morgat, à la rivière de l'Aber, nous avons vu également dans la même position des schistes qui prenaient l'aspect ardoisier.

Ces alternances passent supérieurement à de nouveaux grès qui sont surtout puissants sous le fort de Lanveoc; les fossiles que j'ai rapportés de ces grès appartiennent en partie à des espèces nouvelles et diffèrent des restes organiques qu'on trouve dans les grès inférieurs reposant sur les couches cambriennes du Bocage normand. M. Dufrénoy nous a fait connaître des grès analogues du plateau de Rennes qui se trouve dans une position semblable.

Qui ne voit point que notre région fossilifère des schistes noirs et calcaires de la rade n'est autre chose que la répétition des schistes noirs, bleuâtres, verts ou lie de vin, dans lesquels se trouvent les calcaires à Spirifères, des bords de la Loire, avec Trilobites et Favosites (*Polymorpha* ou *Gothlandica*; la même qui se trouve dans le calcaire de l'Île Ronde); le calcaire noir à Orthocères de Feuguerolles, décrit pour la première fois par M. Deslongschamps; les calcaires de la Manche, à Saint-Sauveur-le-Vicomte, Nehou, etc., avec Entroques, Trilobites, Orthocères; le calcaire de Vitré; les schistes à Trilobites de Bain?

Et notre région schisteuse supérieure n'est-elle pas analogue à ces « schistes verts qui, dans le massif oriental, terminent le » système des quartzites et du schiste ardoisier » d'après M. Dufrénoy?

Les grauwackes, qui, dans la Haute-Bretagne, alternent avec les schistes à calcaires, et qui sont quelquefois très abondantes dans cette position, se trouvent également répandues dans tous les étages du terrain silurien de la rade, mais principalement

parmi les grès, les schistes ou les calcaires des régions inférieures ; dans l'est du Finistère, elles paraissent au contraire avoir atteint leur plus grand développement au milieu des schistes supérieurs.

M. Fauverge présente des échantillons de lignite, et il ajoute qu'il se proposait de donner dans cette séance quelques détails sur le bassin du confluent du Rhône et de l'Ardèche, duquel il a déjà parlé dans une note publiée en janvier 1837 par *l'Écho du Monde savant*; mais que, vu le peu de temps qui reste à la Société, il renvoie cette communication à la prochaine réunion ordinaire. « Aujourd'hui, ajoute-t-il, je me bornerai à vous faire observer que les lignites mixtes que je vous présente, et qui font partie de ce bassin, sont du banc rouge de Saint-Just (Ardèche), au bord du Rhône, entre Bourg-Saint-Andéol et Pont-Saint-Esprit; qu'ils reposent sur le terrain nummulitique dont a parlé M. le marquis de Roys dans la séance du 4 novembre dernier, et que ce terrain nummulitique, dans le N. de cette localité, recouvre immédiatement le terrain néocomien du département de l'Ardèche. »

M. Élie de Beaumont fait remarquer que les coquilles bivalves qui accompagnent ce lignite ressemblent à des Sirènes, et rappellent celles des lignites de Fuveau, dans les Bouches-du-Rhône.

M. de Verneuil présente à la Société les planches de l'ouvrage qu'il vient de terminer avec MM. Murchison et de Keyserling, et qui a pour titre : *Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural*.

Cet ouvrage se compose de 2 vol. in-4°, d'une carte géologique de la Russie d'Europe, d'une carte géologique de l'Oural, de plusieurs planches de coupes coloriées et de 50 planches de fossiles.

M. de Verneuil donne lecture d'une partie de l'introduction du 2^e volume, et expose les résultats généraux que lui a fournis l'étude comparative de la faune paléozoïque de la Russie avec celle du reste de l'Europe. Après avoir recherché quel est en Russie l'ordre de succession des espèces

dans toute l'épaisseur des dépôts paléozoïques, depuis les couches siluriennes inférieures jusqu'aux couches permianes les plus élevées, il démontre qu'à part quelques légères différences, dues probablement à des circonstances de climat, de nourriture, de courants ou de calme dans les mers, cet ordre est le même que dans nos contrées occidentales. Il termine par le résumé suivant :

Résumé. — D'après nos propres observations, la faune du terrain paléozoïque de Russie, comprenant les Sauriens, les Poissons et tous les animaux inférieurs, moins les Polypiers, renferme 392 espèces (1), et en y ajoutant celles qui sont citées par les auteurs, le nombre s'en élève à environ 560. Ce nombre, qui n'équivaut pas au cinquième de la faune générale du terrain paléozoïque (2), ne nous indique-t-il pas combien il reste à faire dans cet immense empire? Cependant, quelque incomplet que soit le tableau que nous venons de présenter, il peut fournir déjà d'utiles matériaux pour l'histoire de la vie aux diverses époques du globe. Lorsque, embrassant une portion notable de la surface de la terre, comme celle de l'Europe entière, on voit à ses deux extrémités la succession des changements qu'y ont éprouvés les êtres animés, on est frappé de la simultanéité des principaux phénomènes auxquels ils ont été soumis, tels que l'apparition et l'extinction des espèces. Quelques différences que présentent les plaines presque horizontales de la Russie avec les contrées de l'Occident, la succession des espèces s'y fait dans le même ordre. L'étage inférieur du système silurien y est caractérisé, comme dans les autres contrées déjà connues, par l'abondance des *Orthis*, des *Leptæna*, des *Orthocératites* et des *Trilobites*, et l'étage

(1) En y ajoutant les 38 Polypiers reconnus par M. Lonsdale, ainsi que plusieurs autres dont nous n'avons pas pu rapporter d'échantillons, on peut évaluer à près de 440 le nombre des espèces que, d'après nos propres investigations, nous admettons dans le terrain paléozoïque de Russie.

(2) Dans le Mémoire que l'un de nous a publié avec M. d'Archiac sur les fossiles des provinces Rhénanes, le nombre total des espèces du terrain paléozoïque était déjà évalué à deux mille sept cents. Depuis lors, ce nombre a encore été augmenté par les ouvrages de MM. Conrad, Emmons, J. Hall, Mather et Vanuxem, sur l'État de New-York; par ceux de MM. A. et C. Römer, sur les bords du Rhin et sur le Harz; par ceux de MM. Portlock et M'Coy, sur l'Irlande, etc., etc.

supérieur par une grande masse de Polypiers , tels que les *Catenipora* et les *Favosites*. Le système devonien y présente, comme en Écosse, un développement remarquable de la classe des Poissons, et l'on y voit, comme dans le Devonshire, apparaître les *Productus* et se multiplier les *Spirifer*. La plupart des espèces qui formaient la population sous-marine pendant ces deux premières époques s'étant éteintes successivement en Russie, de même que dans nos contrées, elles sont remplacées par d'autres, parmi lesquelles se distinguent ces formes innombrables de *Productus* qui, dans tous les pays, caractérisent les roches carbonifères. Enfin, les couches permienues, quoique déposées sous les eaux d'une mer bien plus étendue que celles de l'Europe occidentale, offrent cependant avec elles une concordance remarquable dans l'apparition des Sauriens et dans l'extinction complète des Trilobites, des Goniatites, des Orthocératites et des Bellérophes, dont on n'aperçoit plus aucunes traces. Si, frappé de cette suite d'événements, on porte les regards jusque dans l'Amérique du Nord, et si on y aperçoit encore une succession analogue, on sera convaincu alors que toutes les modifications des espèces, leur extinction et leur renouvellement ne sont pas dus à des changements de courants ou à d'autres causes plus ou moins locales ou temporaires, mais dépendent de lois plus générales qui gouvernent le règne animal tout entier.

En comparant entre eux les quatre systèmes paléozoïques de la Russie, on reconnaît que le nombre des animaux y croît du système silurien au système carbonifère, suivant une progression constante, analogue à celle qu'on observe dans la faune générale de cette époque. Quant à la période permienne, le mouvement vital y éprouve un ralentissement bien prononcé, et, de même que partout ailleurs, le nombre des espèces y est beaucoup moindre que dans les périodes précédentes.

Si maintenant on compare entre elles les espèces de chaque système, on est étonné de voir combien, dans un pays où les dépôts paraissent s'être faits sans interruption, il y a peu d'espèces qui passent d'un système dans un autre. Huit espèces seulement traversent deux systèmes de couches, et deux ont vécu pendant la formation d'un plus grand nombre. Le *Chonetes sarcinulata* est la seule qui paraisse être commune à toutes les divisions du terrain paléozoïque. Lorsque dans ce genre de comparaison on embrasse un champ plus vaste, tel que la surface de l'Europe, le nombre des espèces communes à plusieurs systèmes augmente

sensiblement, et c'est alors que se découvrent ces rapports entre l'épaisseur des dépôts que traversent les espèces et l'espace géographique qu'elles occupent, entre la durée de leur existence et l'étendue horizontale de leur distribution; rapports sur lesquels est fondée cette proposition énoncée par M. d'Archiac et l'un de nous, « que les espèces qui se trouvent à la fois sur un grand nombre de points et dans des pays très éloignés les uns des autres sont presque toujours celles qui ont vécu pendant la formation de plusieurs systèmes successifs (1). »

Sur 392 espèces que nous avons observées en Russie, 205, ou plus de la moitié, sont propres à ce pays. Quelques unes de ces dernières, il est vrai, diffèrent si peu des espèces des mêmes dépôts de l'O. de l'Europe, qu'on peut les considérer comme en étant les représentants; cependant il n'en existe pas moins entre les faunes de ces deux extrémités de l'Europe des différences telles qu'on est amené à reconnaître que, dès cette époque, les espèces n'étaient pas uniformément répandues dans toutes les mers, et qu'au contraire, déjà localisées, elles offraient dans leur distribution ces divisions géographiques, ou ces groupements par bassins, qui se sont prononcés de plus en plus par la suite (2).

Si l'on considère actuellement en elle-même la faune paléozoïque de Russie et indépendamment de toute autre, on voit,

(1) *Trans. geol. Lond.*, 2^e sér., vol. VI, p. 355. — Les travaux des géologues américains, comme les nôtres, en Russie, viennent de plus en plus confirmer cette proposition. Nous citerons comme preuves quelques unes des espèces les plus répandues, telles que les suivantes : *Favosites Gothlandica*, *F. polymorpha*, *Stromatopora concentrica*, *Terebratula reticularis*, *T. aspera*, *T. concentrica*, *T. elongata*, *T. sacculus*, *T. pugnus*, *T. cuboides*, *T. Wilsoni*, *Pentamerus galeatus*, *Spirifer glaber*, *Orthis crenistria*, *O. lunata*, *O. resupinata*, *O. striatula*, *Leptæna depressa*, *Chonetes sarcinulata*, *Melania rugifera*, *Bellerophon Urii*, *Phacops macrophthalma*, *Phacops Downingiæ*, *Calymene Blumenbachii*, *Bronteus flabellifer*, etc. Cette règle n'est pas seulement applicable à la distribution verticale des espèces à travers les masses sédimentaires, mais aussi à leur répartition dans les mers actuelles, car M. Ed. Forbes a observé dans la mer Égée que les espèces qui pouvaient vivre à des niveaux très différents au-dessous de la surface des eaux étaient généralement celles qui se rencontrent sous les latitudes les plus différentes. *Report of the 15th meeting of the British association*, 1844.

(2) Tandis qu'en Russie le nombre des espèces propres au pays est de moitié, dans l'Amérique du Nord il est plus considérable en raison de

1° que toutes les espèces sont marines, à l'exception de quelques coquilles associées aux plantes terrestres des systèmes carbonifère et permien; 2° qu'il y a très peu d'espèces qui passent d'un système dans l'autre, bien que les roches offrent souvent des passages entre elles.

Si on la compare, au contraire, à la faune paléozoïque européenne, on reconnaît, 1° qu'il existe assez d'espèces communes pour être assuré que la mer qui couvrait la Russie était en communication avec celle de l'Europe occidentale; 2° qu'il existe en même temps assez d'espèces propres pour démontrer que la distribution n'était pas très différente de ce qu'elle a été aux époques postérieures; 3° que si les espèces du terrain paléozoïque sont plus variées suivant les lieux et les climats qu'on ne le suppose ordinairement, il y a cependant plus d'uniformité dans les types auxquels elles se rapportent qu'il n'y en a de nos jours, d'où l'on pourrait peut-être conclure que la création animale était alors divisée, comme elle l'est aujourd'hui, en groupes géographiques, mais que ces groupes étaient d'autant moins distincts les uns des autres que le climat était alors plus uniforme sur le globe; 4° que les grandes lois qui président à l'apparition et à l'extinction des espèces sont les mêmes en Russie que dans le reste de l'Europe; 5° que les espèces qui traversent plusieurs systèmes de couches sont généralement répandues dans les contrées les plus éloignées.

Enfin, si l'on met en parallèle la faune paléozoïque en général avec la faune actuelle, on reconnaît entre elles une dissemblance qui ne consiste pas seulement dans des différences d'espèces, mais dans une tout autre disposition du règne animal. On acquiert la conviction que beaucoup de classes, et même des plus élevées dans la série, n'avaient pas encore fait leur apparition sur la terre; que la plupart des genres étaient différents des genres actuels; que ceux qui sont venus jusqu'à nous présentaient dans la proportion de leurs espèces des rapports souvent inverses, et enfin que la population actuelle du globe ne saurait être le reste d'une population jadis plus nombreuse; mais en même temps on

la distance. Sur cent quatre-vingt-quatre espèces de l'État de New-York, décrites par M. J. Hall, les trois quarts environ sont propres au nouveau continent, et dans la belle collection des fossiles américains que M. Lyell a mise obligeamment à notre disposition, les cinq sixièmes au moins des espèces nous ont paru nouvelles par rapport à l'Europe.

est forcé d'abandonner cette ancienne idée que les premiers êtres n'étaient que des ébauches imparfaites de la nature. S'il y a eu progrès dans la création en ce sens que les différentes classes d'animaux vertébrés n'ont paru que successivement, et que les plus élevées sont aussi les plus nouvelles, il est important de bien établir que les produits de la création, quel que soit le rang qui leur ait été assigné, ont présenté à toutes les époques cette admirable perfection qui appartient à tout ce qui sort des mains du Créateur.

M. Élie de Beaumont fait remarquer que la manière correspondante dont les êtres organisés se succèdent, non seulement en Russie et dans l'Europe occidentale, mais encore aux États-Unis, prouve que cette succession ne tient pas plus au déplacement de l'axe du globe qu'aux autres causes dont M. de Verneuil a signalé l'insuffisance. En effet, les différentes contrées dont les noms viennent d'être rappelés sont situées à peu près sous les mêmes parallèles, et si l'axe du globe s'était déplacé entre les périodes de dépôts des terrains paléozoïques qui s'y observent, la latitude y aurait varié diversement d'une période à l'autre, et on ne verrait pas les êtres organisés s'y succéder d'une manière aussi correspondante.

M. Michelin donne lecture d'une notice nécrologique sur M. Huot. Cette notice sera imprimée et distribuée.

Le Secrétaire donne lecture d'une autre notice nécrologique sur M. le comte de Rio, par M. le chevalier Achille de Zigno, laquelle sera également imprimée et distribuée.

M. Viquesnel lit la note suivante, que lui a adressée M. Achille de Zigno *sur les Pentacrinites*.

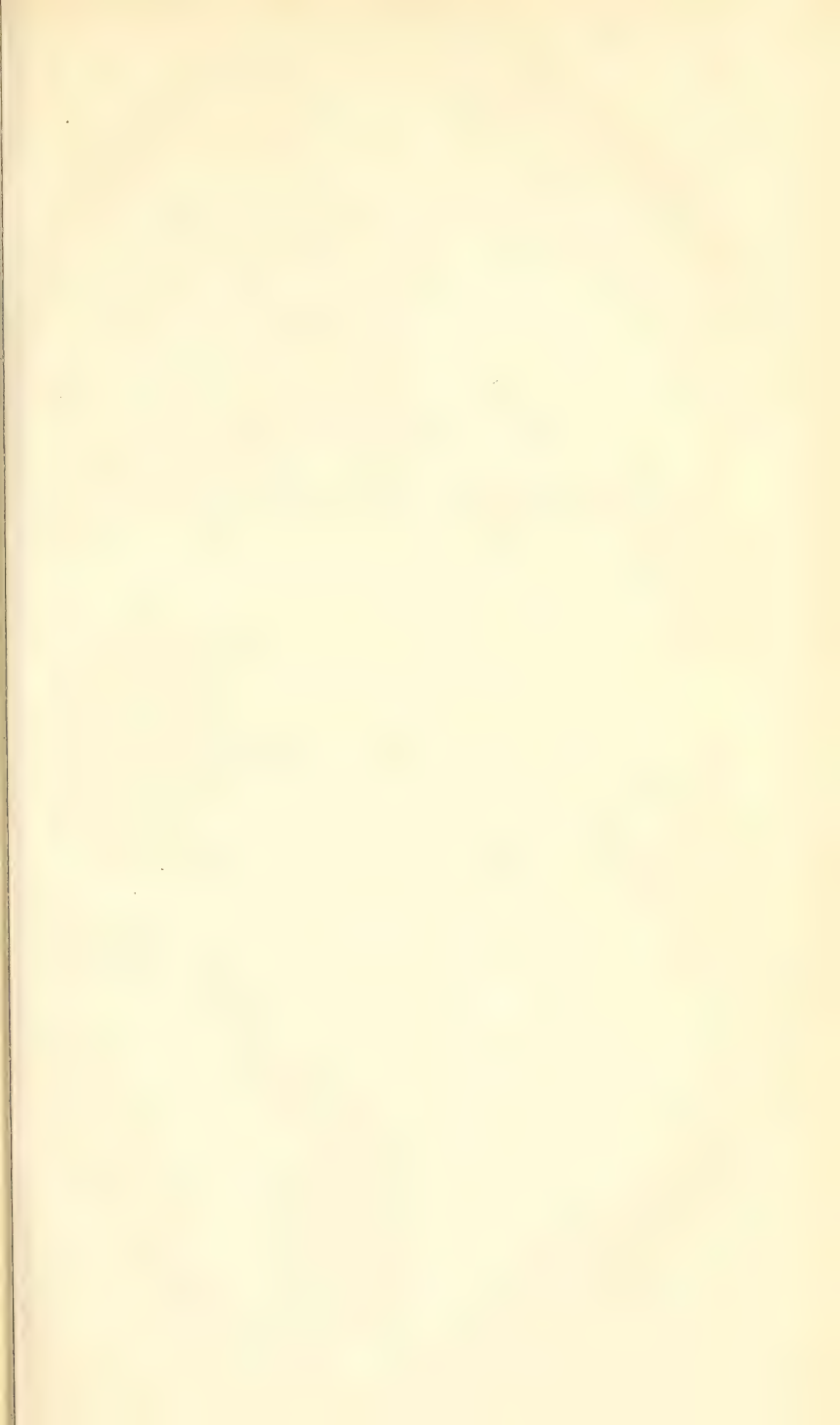
Je vous remercie, monsieur, de la bonté et de l'empressement avec lequel vous avez bien voulu faire la communication dont je vous avais prié. Je saisis cette occasion pour vous en témoigner ma reconnaissance, ainsi qu'à MM. Deshayes et Alc. d'Orbigny. C'est la première fois qu'on a signalé des Criocères en Italie; et l'existence du *Crioceras Emeriei* dans notre calcaire blanc inférieur à la *Scaglia*, qu'on avait jusqu'ici rapporté à la craie blanche,

le caractérise pour néocomien, ce qui change entièrement la classification donnée jusqu'à présent aux couches calcaires de cette partie de l'Italie.

Je vois, dans le *Bulletin*, que M. Gastaldi, de Turin, a envoyé à la Société des fragments de *Pentacrinites* trouvés dans les terrains tertiaires du Piémont. J'ai aussi trouvé plusieurs morceaux de la tige d'une *Pentacrinite*, qui ressemble à la *Pentacrinites basaltiformis*, dans la Brecciole calcaréo-trappéenne tertiaire du val Pulicella, dans le Véronais, où ce conglomérat est enclavé dans le calcaire grossier, et les fragments basaltiques sont empâtés dans un ciment calcaire qui renferme de petites dents de *Squale* et des articulations de cette *Pentacrinite*. Ces fragments de *Pentacrinites*, trouvés dans les *sables serpentineux* du Piémont et dans les *Breccioles* du Véronais, ne pourraient-ils pas avoir appartenu à des terrains plus anciens des couches tertiaires qui les environnent?

M. Deshayes fait observer que le genre *Crioceras* était connu en Italie depuis très longtemps, car on en trouve une très bonne figure dans l'ouvrage de Calceolari publié à Vérone en 1622. Cette figure est à la page 424 de l'ouvrage cité, et, quoique imparfaite, elle représente une espèce très voisine du *Crioceras Emerici*, peut-être même celui-ci, sans qu'il soit possible de l'affirmer positivement.

M. Élie de Beaumont présente de la part de M. de Nicolesko plusieurs échantillons d'ambre.



ANALYSES

ET

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES

DES OUVRAGES PUBLIÉS EN DEHORS DE LA SOCIÉTÉ, SOIT EN FRANCE, SOIT
A L'ÉTRANGER, DEPUIS LA FIN DE 1844,

RÉDIGÉES PAR

MM. DE WEGMANN ET CH. MARTINS,

Secrétaire et Vice-Secrétaire pour l'Étranger,

En exécution de la décision du Conseil du 24 décembre 1844.

AVERTISSEMENT.

L'un des membres fondateurs de la Société qui se sont occupés le plus activement de ses intérêts et de son accroissement, M. Clément-Mullet, s'était chargé de faire pour chaque volume du *Bulletin* une table analytique et raisonnée des matières. N'ayant pu trouver un collaborateur pour cette tâche aussi pénible qu'utile, il l'exécuta seul pendant quatorze ans avec une persévérance et une exactitude dont tous ses confrères lui ont eu la plus grande obligation. Lors de la publication du 14^e volume, M. Clément-Mullet annonça qu'il ne pourrait continuer d'exécuter cette table pour la seconde série du *Bulletin*, qui a commencé en 1844; en conséquence, le Conseil, d'après le rapport de la commission à laquelle l'examen de cette question avait été soumis, considérant qu'il était peu probable qu'on trouvât quelqu'un pour faire gratuitement la table des volumes suivants, sur le plan de celles de M. Clément-Mullet, et qu'il faudrait alors ajouter aux frais d'impression, déjà très élevés comparativement à ceux du texte ordinaire des séances, une indemnité pour la personne que l'on chargerait de ce travail, a cherché s'il ne serait pas possible, sans qu'il en résultât de nouvelles charges pour le budget, de faire un emploi des fonds plus profitable à l'intérêt

général, tout en atteignant le but principal qu'on devait se proposer.

Il a pensé qu'une table des matières plus succincte, mais suffisante encore pour atteindre ce but, pourrait n'occuper qu'une feuille d'impression au lieu de trois et demie, qui est la moyenne des tables de la première série, et que les deux feuilles et demie disponibles, dont le prix est à peu près celui de quatre feuilles de texte ordinaire, seraient alors consacrées utilement à un compte-rendu annuel des publications géologiques faites dans le courant de l'année en dehors de la Société, soit en France, soit à l'étranger. Cette revue, jointe au *Bulletin* et aux *Mémoires* qui s'impriment sous le patronage de la Société, aurait donc le grand avantage de donner à chaque membre un tableau complet tant des publications que des progrès de la science.

Telle était d'ailleurs l'intention des fondateurs de la Société, lorsqu'ils décidèrent qu'il y aurait chaque année un résumé des progrès de la géologie annexé au *Bulletin*. Seulement, on avait cru devoir diviser ce rapport en deux parties, l'une comprenant les ouvrages étrangers, l'autre consacrée à l'analyse des travaux de la Société même. Plus tard, cette dernière partie a été jugée p u nécessaire; mais la première n'en est pas moins restée d'une utilité d'autant mieux sentie, que la science marche plus rapidement et que le nombre de ceux qui s'en occupent s'accroît de jour en jour.

Depuis l'excellent résumé qu'a fait M. Boué pour 1833, le compte-rendu annuel des publications étrangères n'avait point été exécuté. MM. le vicomte d'Archiac et de Pinteville s'occupent en ce moment à combler cette lacune par un résumé général des progrès de la géologie pendant les onze années 1834—1844; et en recommençant à partir de 1845 la revue annuelle interrompue pendant ce laps de temps, les publications de la Société depuis son origine n'auront point cessé de présenter l'ensemble de tout ce qui a paru sur l'objet spécial de ses travaux et sur les sciences qui s'y rattachent.

Afin d'assurer à l'avenir l'exécution de cette mesure proposée par le Conseil et sanctionnée par la Société, il a été arrêté : 1° que le Secrétaire pour la France serait chargé de faire la table des matières du *Bulletin*, d'après un modèle déterminé, pendant ses deux années d'exercice; 2° que le Secrétaire pour l'Étranger rédigerait des analyses et des notices bibliographiques de tout ce qui paraît dans l'année en dehors de la Société; 3° que jusqu'à ce que le budget permette d'en augmenter le nombre, cinq feuilles d'im-

pression seront consacrées à ce travail, qui viendra se placer après la dernière séance de juin. Les ouvrages qui ne paraîtront que dans le second semestre de l'année, ou qui ne parviendraient que plus tard à la connaissance du rédacteur, seront mentionnés dans le compte-rendu de l'année suivante.

On comprendra que tous les ouvrages envoyés à la Société et dont l'indication se trouve en tête du procès-verbal de chaque séance, de même que la liste générale des dons qui est placée à la fin de chaque volume, pour éviter le double emploi n'ont pas dû être mentionnés dans les notices bibliographiques; ces dernières, que nous avons classées géographiquement, ne pourraient donc donner une idée exacte des publications de chaque pays qu'autant qu'on y ajouterait les annotations de la liste des dons faits à la Société.

Nous recevrons avec reconnaissance les renseignements que nos confrères pourraient nous transmettre sur des ouvrages qui nous auraient échappé ou que nous n'aurions pu nous procurer.

Notre travail se divise en deux parties :

La première comprend les Analyses; la seconde, les Notices sommaires et la Bibliographie.

ANALYSES.

Sur l'état de surfusion du quartz dans les roches éruptives et dans les filons métallifères; par M. Fournet. (Ann. de la Soc. d'agr., hist. nat., etc., de Lyon, 1845, 16 p. in-4°.)

Le savant géologue dont nous analysons le Mémoire débute par cette observation, qu'un grand nombre de substances, fusibles à des températures assez basses, trouvées en contact avec le quartz, ont imprimé sur celui-ci la forme de leurs cristaux et souvent même leurs stries régulières. Ces associations présentent des empâtements où la silice est englobante, ou des entrecroisements dans lesquels les cristaux de quartz sont percés profondément, et même d'outre en outre, par des aiguilles cristallines.

L'expérience nous apprend que la silice est un des corps les plus réfractaires, et qu'au contraire beaucoup de métaux, les sulfures et la plupart des sels qui ont offert le phénomène précédent, sont facilement solubles et liquéfiables. L'idée de l'intro-

duction de la première à l'état de fusion, ou son arrivée simultanée avec les autres matériaux des filons, ne pourra donc plus être raisonnablement soutenue, et l'on devra revenir aux systèmes de cristallisation à froid ou par voie humide; car des cristaux plongés dans un bain de silice fondue auraient subi l'émoussement et l'arrondissement des angles, ou bien, amenés à un état de ramollissement complet, ils auraient pris la forme de noyaux, comme dans les amygdaloïdes, et, en d'autres termes, ils se seraient façonnés sous l'influence de la cristallisation siliceuse au lieu de la maîtriser.

Mais si, au lieu d'étudier les petits détails d'une collection de cabinet, on embrasse l'ensemble des caractères d'un filon, on verra bientôt qu'il ne peut en être ainsi. On remarquera d'abord que les cristaux en aiguilles, empâtés, seraient restés suspendus dans le vide en attendant l'arrivée de la silice; car ils n'ont aucun autre support. Les éléments feldspathiques et micacés de certaines roches à excès de silice et à texture régulière n'auraient pu se maintenir à des distances réciproques si parfaitement égales, jusqu'à leur cimentation par les vapeurs ou les liquides quartzeux.

La nécessité de la formation contemporaine de certains minerais et de leur gangue, déduite de leur disposition réciproque, est encore bien mieux démontrée par les faits suivants: des cristaux de béryl et de quartz se traversent réciproquement dans un même filon; un cristal de spath calcaire ayant imprimé sa forme rhomboïdale sur de la calcédoine a aussi reçu l'empreinte des mamelons sphéroïdaux de celle-ci; dans toutes les variétés de granite graphite, le feldspath et le quartz se sont pénétrés réciproquement; mais leurs caractères hébraïques ont reçu leurs formes, tantôt des cristaux hexagonaux du quartz, tantôt des rhomboèdres du feldspath; le mica de certaines pegmatites a imprimé la tranche de ses lames sur les cristaux du quartz; celui-ci, de son côté, a donné aux lames des bords dentelés et courbés; des lames de quartz présentent à leur surface des dépressions cubiques, produites par des cristaux de galène, du fond desquelles s'élèvent, comme du fond d'une géode, des pyramides quartzeuses à axes parallèles à ceux des cristaux de l'ensemble de la lame. Ce dernier fait surtout prouve bien évidemment la contemporanéité de cristallisation du quartz et de ses minerais; il donne, en outre, une idée de la basse température à laquelle la silice peut arriver sans se solidifier.

La question se trouve donc ramenée à l'explication de cette

persistance de la silice dans un état quelconque de mollesse, pendant que les autres substances acquéraient leurs formes cristallines. Ici l'auteur fait remarquer d'abord que cette anomalie n'est pas sans analogue dans la nature : car l'eau peut se refroidir jusqu'à -12° sans se congeler ; le soufre peut demeurer fluide pendant des semaines entières à une température de 94° centigr. au-dessous de celle de son terme de fusion ; le phosphore persiste dans cet état jusqu'à $+13^{\circ}$ centigr. ; il en est de même pour certaines dissolutions salines qui se conservent à l'état liquide en deçà du terme auquel leur dissolvant a été saturé à chaud : il y a plus, cet état de surfusion ou de sursaturation peut quelque fois même résister à l'influence de certains mouvements, ainsi qu'à celle du contact de certains corps étrangers, tandis qu'elles cristallisent d'ordinaire subitement quand on leur présente un cristal de même nature dont les molécules, s'offrant à celles du liquide par leurs côtés de plus grande attraction, les contraignent à s'aligner dans le même sens. Il n'y a pas de motif pour refuser à la silice cette faculté de demeurer pareillement dans un état de surfusion, surtout si l'on se rappelle qu'elle offre une viscosité qui ne peut qu'exalter les effets mentionnés ci-dessus pour le soufre et le phosphore.

Dans cette hypothèse tout s'explique ; on conçoit comment, dans le calme qui succède à l'injection, les substances les plus cristallisables se façonnent les premières en imprimant leurs arêtes sur la pâte molle qui les environne ; mais quand le refroidissement détermine la cristallisation de cette pâte, comme elle se trouve en contact avec des corps qui n'ont pas perdu toute plasticité, il doit en résulter des empreintes réciproques comme nous en observons si fréquemment.

La théorie du remplissage instantané de certains filons par voie d'injection d'une masse fondue est confirmée par la simple admission du fait physico-chimique, que le point de congélation peut n'être pas le même que celui de la liquéfaction ; et non seulement, dit l'auteur du Mémoire que nous analysons, cette admission simplifie tout, en liant les filons éruptifs aux roches éruptives par un même mode de formation ; mais encore elle peut rendre raison des cas les plus complexes de la texture de ces masses congénères, se prêter à l'explication de certains phénomènes des géodes et de beaucoup de pseudomorphoses platoniques.

Du caractère d'association en minéralogie et en géologie;
par M. Fournet. (*Ann. de la Soc. d'agr., hist. nat., etc.,*
de Lyon, 1845, 57 p. in-4°.)

La minéralogie, dit l'auteur de ce Mémoire, ne peut avoir pour but exclusif l'étude de l'espèce dans ses rapports les plus abstraits; car un minéral n'est point un corps tellement isolé dans l'espace qu'il ne se rattache à un autre corps qui lui sert de base, qui l'enferme ou l'empâte. De là l'adjonction d'un caractère comme complément de la minéralogie descriptive, auquel on a donné différents noms, et que M. Fournet nomme *caractère d'association*. C'est lui qui unit la minéralogie à la géologie, et il domine à tel point celle-ci qu'il en est devenu une des bases fondamentales.

L'association, considérée entre les simples minerais, peut être définie comme étant le lien qui les rattache les uns aux autres sous le point de vue de la formation. Un individu isolé peut, d'après sa forme, être considéré dans son association avec le milieu ambiant, avec les autres individus de son espèce, etc. L'importance de ce caractère augmente dans le contact de deux minerais, qui peut résulter de la juxtaposition, de la superposition et de l'empâtement. Dans le premier cas on pourra admettre l'association lorsque les deux corps se pénétreront réciproquement par les saillies de leurs cristaux; mais dans beaucoup de cas, comme la fixation d'une pyrite dans un quartz, elle n'aura aucune signification. La superposition est prise par la géologie pour mesure infailible de l'âge relatif des produits de la sédimentation aqueuse, et peut l'être également pour celui des lames qui constituent certains cristaux dont l'accroissement a été successif; mais de cette différence d'âge il ne résulte pas qu'il n'y ait jamais association entre les parties superposées, même quand elles seraient différentes. Ainsi, puisque l'allophane, les sulfates, les arséniates, qui envahissent les anciennes excavations, ne présentent avec les parois de ces dernières aucun caractère d'association, on doit regarder comme liées ensemble les diverses couches qui composent une stalactite, quelles que soient leur couleur et leur épaisseur. Il en sera de même pour certaines substances, comme le manganèse barytique et l'arsenio-sidérate de Romanèche, qui, dans un filon évidemment plutonique, alternent sous forme de mamelons testacés, et obligent, dans le cas cité, d'admettre que la dernière substance est, comme son associée, un produit igné,

et qu'elle a conservé son eau d'hydratation par la même cause qui a maintenu l'oxygène de peroxidation dans le manganèse, c'est-à-dire par la pression.

Les rubanements des filons, qui les ont fait considérer comme le résultat d'une série de formations successives, ne sont cependant aussi que des formes particulières de l'association par superposition ; car dans tous les cas observés ce ne sont que des accidents de régularité apparente, à côté de confusions et de brouillages qui ne laissent d'autre sentiment que celui de la simultanéité d'injection. Deux cristaux hétérogènes emboîtés l'un dans l'autre ne seront pas toujours contemporains ; mais on pourra admettre qu'il y a association lorsqu'ils se seront gênés mutuellement dans leur cristallisation, ou que le cristal inclus sera tellement délié, qu'il n'aurait pu garder sa position en attendant l'arrivée de celui qui l'englobe, ou bien lorsque la non-adhésion se combinera avec une distribution uniforme, comme dans les granites. De même les amygdaloïdes constituent des associations bien caractérisées ; car leurs formes diverses et inconstantes indiquent que les noyaux ont participé aux mouvements subis par l'ensemble de la roche qui les enferme.

Les tubercules argilo-calcaires de la terre à pisé, du lehm, sont, comme les noyaux des amygdaloïdes, associés à leur gangue, dont ils renferment les divers éléments, qui se sont ainsi concrétionnés seulement après le dépôt de la terre diluvienne. Les fers carbonatés des houillères, les silex de la craie et des terrains jurassiques présentent un phénomène à peu près analogue.

L'association résultant d'une agrégation granitoïde entre le spath calcaire et le quartz ou le feldspath, celle entre les carbonates de fer, certains hydro-silicates zéolithiques et hydrates de fer, persulfures et arsénio-sulfures d'une part, et les albites, amphiboles et talcs de l'autre, conduira à attribuer à ceux-là une origine plutonique, malgré leur facilité à se décomposer par la chaleur dans les circonstances ordinaires, et, par suite, à généraliser l'influence de la pression dans les phénomènes chimico-géologiques, en renonçant aux idées sur les affinités aux hautes températures.

Les modifications journalières des espèces minérales sous l'influence atmosphérique offrent encore sous une nouvelle forme le caractère d'association : ainsi la rouille se rattache au fer, les arsénates aux arséniures, le kaolin au feldspath, etc.

Le caractère d'association en géologie prend une bien plus

grande extension , puisqu'il s'applique à des masses plus éloignées ou plus disparates , et le plus souvent d'un volume et d'une étendue considérables. Pour les roches éruptives, on trouve d'abord que certains granites, les pegmatites, granulites, granites graphiques et leptynites sont liés ensemble dans leur formation, puisqu'il y a dans les mêmes filons des passages entre certains d'entre eux; que les uns ne sont que des modifications graduelles des autres, et qu'enfin, se montrant tous dans le gneiss, les micaschistes et granites anciens, sans jamais croiser les porphyres quartzifères, ils peuvent être ensemble définis comme le dernier terme des éruptions primordiales. On ne verra de même qu'un seul système, malgré la différence du facies, dans la série des porphyres quartzifères rouges et blancs, granitoïdes noirs et verts, essentiellement euritiques, des argilophyres, des trachytes quartzifères de la Hongrie, des enrites, de certains porphyres bruns, spilites, etc. Un travail analogue a été tenté pour les serpentines, les roches diallagiques et talquenses, certains porphyres verts, tendres, les éclogites, les amphiboles, diorites, certaines syénites et protogynes. Pour établir l'association entre les roches éruptives, il sera donc nécessaire de suivre les diverses transitions de leur composition et de leur texture. Ce n'est de même qu'à l'aide de ces caractères qu'on a pu arriver à attribuer à toutes ces roches une origine commune, et à les considérer comme les produits de la chaleur centrale.

L'association dans les terrains d'origine aqueuse conduit de même à une série de questions du plus haut intérêt quand on l'envisage en grand. Les bassins houillers sont divisés en deux classes, comprenant, l'une, les dépôts étendus qu'on considère comme formés dans des concavités marines (nord de la France, Belgique et Angleterre); l'autre, les petits bassins auxquels on attribue une origine lacustre; et c'est dans cette dernière qu'on range tous les gîtes éparpillés à la surface de notre pays. Cependant sur le littoral méditerranéen, à Roujan, près Pézenas, est un dépôt reposant sur le calcaire gris subcristallin de la montagne Noire, et se liant avec lui par des alternances et une concordance de stratification qui rappellent les caractères des formations marines; en outre, il est suivi immédiatement, et de même sans discordance, par le grès bigarré avec térébratules et schistes bitumineux dans sa partie inférieure. L'association par interposition a deux systèmes essentiellement marins: l'inférieur, de l'époque dévonienne, caractérisé par des madrépores et des crinoïdes; le supérieur, des schistes noirs du grès bigarré, caracté-

risé par des térébratules, prouve l'existence en ce point d'une formation houillère marine. D'un autre côté, puisque divers calcaires de la France, considérés d'abord comme siluriens, doivent être rangés dans les terrains carbonifères proprement dits (Régny, département de la Loire), on doit substituer à l'idée du refoulement de la mer carbonifère vers le nord de la France celle de la possibilité de son extension vers nos provinces méridionales.

On suppose que pendant l'époque carbonifère l'atmosphère s'est purifiée par l'abandon de son excès d'acide carbonique, qui a pour ainsi dire été condensé par les végétaux. On pourrait tout aussi bien admettre qu'un départ analogue a eu lieu dans les eaux à l'époque des dépôts complexes du Zechstein et du Trias, et qu'à la suite des précipitations chimiques des âges précédents, les mers, devenues plus limpides, ont produit ces vastes bancs calcaires, jurassiques et crétacés. La composition si hétérogène du Zechstein et du Trias indique, en effet, qu'ils sont unis par des caractères qui correspondent nécessairement à un état spécial et chimique des eaux qui couvraient alors la surface du globe. Le premier comprend d'abord, à sa partie inférieure, des grès, des calcaires et des schistes renfermant des substances étrangères (gypse, quartz, cuivre sulfuré, bitume) et des poissons dont les contorsions indiquent une mort violente et subite, comme si un poison s'était tout-à-coup dissout dans le liquide. Les strates supérieurs sont des calcaires fétides, magnésiens, cristallins, etc., avec de grosses oolithes remplies de parties terreuses, des marnes pulvérulentes, des calcaires ferrugineux, des gypses salifères, affectant tous une stratification très régulière. Dans les Vosges, ce système est remplacé par un grès spécial dit Vosgien, et il disparaît plus loin vers le sud, ou, peut-être, n'est plus représenté que par les schistes problématiques d'Autun. De même, dans le Trias, on remarque la plus grande irrégularité dans la composition et la couleur des membres divers, qui sont sujets à manquer en partie, et affectent souvent aussi une stratification très confuse : cet état se serait même prolongé dans la période jurassique si les calcaires complexes du midi de la France devaient réellement être classés dans ce terrain. Les caractères minéralogiques et la position de ces roches engagent plutôt à le considérer comme le représentant du Muschelkalk, et à le séparer du lias, qui paraît partout avec son caractère particulier.

Les sources minérales acidules, entraînant avec elles de faibles proportions de sels, peuvent surgir directement des terrains pri-

mordiaux, et sont abondantes dans les contrées volcanisées. Elles doivent puiser leurs principes dans les profondeurs centrales; et l'acide carbonique, leur élément essentiel, dominant dans le gaz des éruptions volcaniques, il est permis d'établir un rapprochement entre ces sources et les phénomènes des volcans. Les sources salines sont au contraire plus intimement liées à certains terrains de sédiment, comme le Zechstein, le Trias et le Lias, et l'on doit les considérer comme le résultat des réactions dans le mélange hétérogène qui constitue ces masses. Ainsi les eaux d'infiltration peroxident le fer des carbonates calcaires et des dolomies; l'acide carbonique passe aux bases alcalino-terreuses pour en former des bicarbonates; ces eaux dissolvent les gypses et produisent des sulfates magnésiens; le sel marin se mêle aux produits précédents; les bitumes mis en liberté opèrent sur l'acide sulfurique, etc. La température peut encore s'accroître par toutes ces réactions, et le tout arrive à la surface à des états différents de composition et de chaleur.

Les filons métalliques présentent aussi divers genres d'associations dont il importe de tenir compte; certains groupes sont liés entre eux; ils se rattachent aux différents systèmes de roches éruptive; enfin, ils peuvent affecter certaines relations d'âge et de composition avec les terrains secondaires encaissants.

Parmi d'autres exemples nombreux, l'auteur cite un cas où les caractères d'association jouent un rôle capital: c'est celui dans lequel les masses plutoniques ont réagi sur les roches sédimentaires, et produit le phénomène du métamorphisme qu'on observe dans toute la série des terrains depuis les schistes micacés jusqu'aux formations tertiaires inclusivement. Le métamorphisme s'y décèle, en allant du simple au composé, par des changements de couleur occasionnés par l'expulsion de matières colorantes, la réduction du peroxide de fer à l'état d'oxide vert, ou la suroxydation du même métal, par des endurcissements accompagnés de prismatisations par retrait, et passant à l'état cuit par des fusions qui ont dénaturé les roches en les amenant à l'état de japse et de porcellanites, par des fusions suivies de cristallisations, par des pénétrations de gaz (conversion des calcaires en gypse); enfin, par des pénétrations de divers oxides et sulfures provenant des filons métallifères. W.

Essai sur les filons métallifères du département de l'Aveyron; par M. Fournet. (Ann. de la Soc. d'agr., hist. nat., etc., de Lyon, 1845, 83 p. in-4°.)

Le massif primordial dont se compose le Rouergue forme une presqu'île qui ne se rattache au plateau central que par un isthme très étroit situé vers Decazeville. Cette presqu'île est très ancienne, car elle n'a point été recouverte par les dépôts des mers secondaires et tertiaires. Son arête culminante doit être placée vers la partie orientale, d'après la position du Levezou, long goulet allongé du S.-S.-O. au N.-N.-E, et atteignant 1092 et 1119 mètres d'altitude, tandis que les hauteurs ordinaires varient entre 630 et 800 mètres.

Cet ensemble, dont l'uniformité rappelle le plateau auvergnat, d'où il a été démembré, peut être considéré comme divisé en deux versants. La position de Levezou sur la bordure orientale détermine une pente très rapide du côté de Milhau, tandis qu'à l'opposé on discerne deux gradins: l'un, partant du Levezou, constitue la partie centrale du massif, et l'autre, plus abaissé, forme les côtes qui dominent Villefranche à l'est. Le premier est composé principalement de roches granitiques et micacées; le second contient en plus grande abondance les porphyres quartzifères et les serpentines; son allure générale rappelle un soulèvement parallèle au Levezou ou à celui du Rhin. Ces exhaussements, étant antérieurs aux mers du grès bigarré et des époques secondaires, ont forcé leurs dépôts à demeurer en dehors du plateau, de manière à constituer le long des falaises deux bordures, l'une orientale vers Milhau, l'autre occidentale vers Villefranche. C'est à la proximité de ces deux zones que se trouvent serrés tous les filons métallifères de la contrée; ils ont pénétré dans le trias, du côté surtout où les soulèvements récents ont été les plus énergiques, c'est-à-dire vers Milhau; car le versant opposé, où dominent les anciennes dislocations et les injections contemporaines, ne présente que le gîte de plomb et zinc carbonatés de la Croizille, près Najac.

ENVIRONS DE VILLEFRANCHE.

Roches secondaires. — Elles se composent de grès bigarré, d'un calcaire ayant les caractères minéralogiques du muschelkalk et de quelques termes de la série jurassique. Le grès bigarré occupe

principalement le fond du bassin de l'Aveyron. Le calcaire à apparence de muschelkalk dessine en général un étage subordonné, bien tranché, sur presque toute la longueur du cours de l'Aveyron jusqu'à Najac, parce que sa solidité l'a mis à même de résister aux courants diluviens, dont l'action est si fortement empreinte dans toute la contrée. Ses caractères essentiels consistent dans des bancs de dolomies, de calcaire dur, compacte et sonore, de fines oolithes, ainsi que dans sa pauvreté générale en fossiles. Le lias, qui forme un autre étage placé sur le précédent, se distingue de celui de Millau par une plus grande dureté, par une cassure rude, esquilleuse et cristalline, et par une couleur moins foncée. Les Bélemnites, Gryphites, Térébratules, Ammonites, etc., le caractérisent parfaitement. Les marnes supra-liassiques sont suivies par un dernier gradin, composé de marnes terreuses, jaunes, plus ou moins solides, dont la partie supérieure est formée par un banc très ferrugineux, souvent cristallin, rarement oolithique et pétri de coquilles.

Roches cristallines. — La partie fondamentale du Rouergue consiste en *schistes micacés*, bouleversés et remaniés par la série des éruptions granitiques, porphyriques et serpentineuses, et présentant par conséquent de nombreuses variétés de dureté, de couleur, de texture et de régularité dans la stratification. Leurs premières perturbations ont été provoquées par l'intrusion des *granites anciens*, qui ne diffèrent en rien de ceux des autres pays. Les *porphyres quartzifères* sont caractérisés par les eurites et les minettes; celles-là abondent au Mas-du-Buisson, autour du Pequies, de Cantagrel, etc., où elles ont bouleversé plus ou moins les schistes micacés et les granites anciens. Elles consistent en pâtes rougeâtres, grenues, avec veinules de quartz hyalin laiteux, et passent un peu aux argilophyres ou présentent un commencement de kaolinisation. L'apparition du mica brun ou bronzé dans ces pâtes esquilleuses provoque leur passage aux minettes, qui leur sont souvent parallèles; ces dernières ne sont que le résultat d'une cristallisation spéciale et d'un changement de composition tels que, la pâte ne dominant plus sur le mica, la roche en reçoit un aspect brillant et écailleux particulier (environs de Cantagrel). Les roches *serpentineuses*, plus variées que les précédentes, comprennent de grandes masses de serpentine proprement dite, des porphyres verts, des diorites schisteux en massifs, des amphibolites avec fer oxidulé, des talcs schisteux et des éclogites grenatifères. Toutes ces roches sont injectées les unes dans les autres et constituent de gros filons, des couches ou de simples cu-

lots, et quelquefois des montagnes entières. Un dernier groupe comprend des roches assez nombreuses, remarquables en ce qu'elles offrent certains passages entre les deux groupes précédents; ces roches *problématiques* sont des porphyres quartzifères noirs, à aspect essentiellement euritique compacte, avec de petits globules de quartz vitreux et des taches, comme fondues dans la pâte, vertes, ocreuses, qu'on peut regarder comme l'équivalent du feldspath. Elles se lient à des filons qui affectent déjà un aspect cristallin, où le mica brun est devenu apparent, mais où la rareté du quartz et la présence dans la pâte, quoique généralement dure, de taches vertes plus tendres, tendent à établir des rapprochements avec la serpentine. Enfin, sur le même point, une cristallisation mieux développée amène par degrés un granite homogène à grains moyens, à mica brun avec des globules de quartz; mais l'ensemble offre un caractère particulier dans son éclat qui ne permet pas de le confondre avec les vrais granits anciens. Ces phénomènes s'observent principalement dans la région de Combenègre et près du Pasquies. Dans ce dernier lieu, les espèces de porphyres euritiques, d'une couleur vert sale, assez tendres pour se laisser rayer au couteau, renferment des lamelles de chlorite et de rares globules de quartz, avec des taches jaunes rectangulaires, unies d'une manière intime avec la pâte, qui les surpasse en dureté. Enfin, près du filon de Cantagrel, des masses analogues deviennent des porphyres grisâtres à pâte complètement dure, cristalline et translucide, qui consiste en un emboîtement de cristaux lamellaires d'une ténuité plus ou moins grande. M. Dufrénoy a signalé aux environs de Firmy des changements et des associations analogues avec les serpentines.

Époques des éruptions. — Les bandes orientées N.-O. font supposer que les porphyres quartzifères ont joué le principal rôle dans ces tuméfactions, qui seraient alors contemporaines du système du Rhin; ce que vient encore confirmer l'absence de cailoux porphyriques dans le grès houiller de Decazeville. Les porphyres ont dû s'épancher au moment même des dislocations; car les serpentines de la contrée sont orientées du N.-O. au S.-E., parallèlement au système du Morvan, qui a succédé immédiatement au précédent. Ces dernières roches ont forcé tous les sédiments anciens, jusqu'au trias inclusivement, à s'aligner dans leur sens; le lias seul n'a pas été affecté par elles.

Les *filons métallifères* qui ont rempli les diverses fissures de ces dislocations se laissent aussi partager en deux classes correspondantes aux porphyres et aux serpentines. La gangue des pre-

nières consiste en quartz essentiellement saccharoïde, ou voisin de cet état, qui renferme la baryte sulfatée, le jaspe jaune ou rouge, des traces de chaux carbonatée et de fer carbonaté spathique. Les minerais métalliques consistent en galènes argentifères à fines facettes, bournonite, pyrites de cuivre et de fer, hématite brune, manganèse, pyrite arsenicale et nickel arsenical. Comme produits d'altération, on a les plombs carbonatés noir et blanc, le plomb sulfuré, des hydrates de fer, le plomb phosphaté jaune chromifère. Ceux que l'on peut considérer comme accidentels sont la chaux carbonatée, le fer carbonaté, la pyrite arsenicale, le nickel arsenical, et peut-être la baryte sulfatée. Le métal est généralement peu abondant dans ces affleurements; mais l'identité parfaite de ces filons avec ceux de Roziers près Pontgibaud donne à penser que leur exploitation pourrait devenir aussi avantageuse, et les travaux des anciens, développés sur une grande échelle, indiquent qu'ils y ont trouvé largement de quoi bénéficier. La direction moyenne de ces filons est sur H. 9; du moins elle se trouve telle dans dix-sept cas sur vingt-deux, les cinq autres donnant : H. 10 1 2 pour un, H. 6 pour trois autres et H. 3 pour le dernier. Les filons du groupe serpentineux ont pour gangue un quartz plus hyalin, un peu gros, associé à des carbonates de chaux et de fer; les matières cuivreuses y abondent; la galène à grandes et moyennes facettes s'ajoute en fortes proportions à celle à fines facettes; et la composition est d'ailleurs des plus complexes, ce qui peut-être a produit la grande variabilité de richesse qu'on observe dans les gîtes de ce système. Ces caractères sont ceux des filons plombifères inclus directement dans les serpentines ou dans les micaschistes veinés; mais il existe aussi dans ce système quelques filons de fer oxidulé, les uns accompagnés évidemment de serpentines, mais d'autres paraissant plutôt se lier à ces roches problématiques dont les caractères ont engagé M. Fournet à rapporter leur formation aux émissions serpentineuses, ou à une époque de transition entre les porphyres et les serpentines. En comparant ces filons et ceux de Traverselle, en Piémont, on trouve dans les porphyres et les granites serpentineux de l'Aveyron l'équivalent de la protogyne du monte Gregorio.

Le nombre des filons métallifères connus des environs de Villefranche s'élève à cinquante-six au moins, et l'inspection de la carte géologique de ce canton montre qu'ils y sont aussi condensés que dans les districts réputés les plus métallifères de l'Allemagne. Il n'est donc pas étonnant que les anciens s'y soient atta-

chés, et l'on doit espérer que des travaux bien entendus rétabliront une situation qui ne devait pas être sans quelque prospérité.

ENVIRONS DE MILHAU.

Roches cristallines et secondaires. — Le versant oriental du plateau primitif affecte une physionomie plus accidentée. Le Tarn et ses affluents y coulent entre des berges roides et d'étroits défilés qui facilitent l'étude générale du sol. Les rampes du Levezou, vers le Minier, se composent de schistes micacés, de granites anciens et de roches amphiboliques; parmi ces dernières on distingue un diorite non schisteux, pauvre en feldspath, mais riche en amphibole. Le long de cette zone cristalline étendue N.-S. s'élèvent les tranches du grès bigarré, du calcaire ayant l'apparence du muschelkalk et du terrain jurassique, qui, disposés en retraite, dessinent trois étages ou bandes grossières. Le grès bigarré surgit vers le Minier en faisant de grands escarpements; dans sa partie inférieure on trouve l'épaisse assise des schistes noirs; au-dessus, des conglomérats à cailloux siliceux, des grès rouges ou blancs, quartzeux ou micacés, et quelques couches brunes puissantes, d'une apparence dolomitique. Le tout s'élève jusque vers le haut des crêtes, où l'on rencontre le calcaire à apparence de muschelkalk, qui forme des masses blanches compactes ou à cassure terreuse, entremêlées de quelques gros bancs dolomitiques. Le lias vient ensuite avec ses couches grises, ordinairement régulières, quelquefois infléchies, séparées par des lames marneuses qui bientôt après constituent la grande épaisseur des marnes supra-liassiques, surmontées à leur tour par l'ensemble oolithique des plateaux du Larzac.

Soulèvements. — La direction des assises secondaires est assez bien N.-S.; mais elle tend à se confondre avec celle de Levezou, qui court N.-N.-E. parallèlement au système du Rhin, en sorte qu'il est probable que le terrain secondaire s'est déposé d'une manière plus ou moins grossière le long d'une ligne antérieurement soulevée dans ce sens. Une autre allure plus générale, mais plus sinueuse, marche S.-E. à N.-O. parallèlement au Pilat, depuis l'embouchure du Dourdon jusqu'à Roucous. Les longues arêtes du calcaire à apparence de muschelkalk, redressées dans la direction H. 4, vont plonger toutes sous le Larzac. Enfin, d'autres traces de dérangement sont indiquées par des différences de hauteur sur les rives de la Dourbie; le Larzac, plus élevé, pouvant avoir été affecté par la dernière des dislocations qui, en soulevant la

chaîne du Valais, a produit le relief de la chaîne voisine de Castres.

Filons métallifères. — Ils forment deux groupes, l'un situé autour du Minier, à la jonction du terrain primordial et secondaire; l'autre près de Milhau, dans la zone des calcaires à apparence de muschelkalk.

Le premier groupe, très anciennement exploité, comprend probablement deux filons analogues qui se croisent. Ils renferment de la baryte sulfatée, de la galène à fines facettes et très souvent disséminée finement dans le quartz; leur intercallation dans le terrain secondaire (trias) et le voisinage immédiat des amphiboles, portent à croire qu'ils appartiennent à ce système éruptif. Les principales directions sont N. 20° O., N. 60° O. et N. 45° O.

Le second groupe comprend trois filons principaux enclavés dans le muschelkalk : celui de Limasette, dirigé moyennement N. 6° O. et incliné vers le S.; celui de Galès, orienté N. 15° O.; et celui des Fonds, courant N. 50° O. Le filon de Galès, le mieux connu, s'étend sur plus de 3 1/2 kilomètres; celui des Fonds paraît avoir 2 1/2 kilomètres. Ces deux derniers surtout ont été exploités par les anciens, dont les travaux consistaient, le plus ordinairement, en puits placés sur les hauteurs et parfois juxtaposés, de manière à indiquer des élargissements du filon, et la disposition des parties productives en forme de colonnes verticales. Ces trois filons ont une grande analogie de structure et de composition; ils renferment des quartz granulaires et néopètres, une grande quantité de baryte sulfatée, ce qui tend à les rapprocher de ceux du Minier; la blende, la bournonite, le cuivre pyriteux, la chaux carbonatée, ne paraissent que comme des accidents. Leur galène n'est pas riche en argent, à cause du mélange fréquent des galènes à facettes moyennes avec celles à grain d'acier. L'âge de ce groupe paraît devoir être très moderne; car le redressement du lias, à Limasette, indique que cette dernière formation était constituée à l'époque de l'injection. La direction générale est donnée par une ligne s'étendant du Minier à Galès, et qui passe par une longue série de gîtes métallifères, désignés, la plupart, sous le nom de filon de Limasette. Elle est parallèle à la dépression du Tarn, entre Conprégnac et Milhau, et au cours de la Dourbie, qui fait le prolongement de cette dépression. Il se pourrait donc que la formation de ces filons ne date que de la dernière des périodes antédiluviennes, et les serpentines, comme leurs injections, auraient continué à paraître depuis l'époque du trias jusqu'à la

fin de la sédimentation tertiaire. Cette opinion est en outre appuyée par l'observation de phénomènes semblables aux environs de Roujon, près le littoral du Languedoc, où un ensemble de terrains dévoniens, houillers et triasiques est redressé, de la manière la plus évidente, suivant la direction du Valais. W.

Aperçu de l'histoire géologique des terrains tertiaires du canton de Vaud; par Rodolphe Blanchet. (Lausanne, 1845.)

La molasse tertiaire qui remplit la partie basse du canton de Vaud s'étend à l'E. vers le mont Cubli, à Chailly, Bulle, etc., où elle s'appuie sur les montagnes portlandiennes de la Pleyau, du Molesson et de la Béra; au midi, elle se termine vers Lausanne par un grand escarpement, s'abaisse dans le Léman, et se retrouve à Thonon, à Genève et sur la rive vaudoise, à Morges, Rolle et Nyon; à l'O., M. Agassiz l'a limitée par une ligne allant de Gex à Orbe et la Lance, où elle repose partout sur le terrain néocomien. Les alluvions recouvrant presque toujours les derniers dépôts ne permettent pas d'en suivre les traces. Au N., la molasse s'étend dans toute la basse Suisse et une partie de l'Allemagne, le long du Rhin.

Ce terrain, dont les matériaux paraissent avoir été arrachés à la plupart des roches des Alpes, et surtout au grès vert, peut, selon M. Blanchet, se diviser en trois zones. La première, vers le S.-E., est celle des *poudingues*, caractérisée par des alternances de marnes, de sables, de poudingues, de lignites, ayant à sa base un grès fin compacte à ciment calcaire (Epesses, Rivaz, Chatelard). La seconde, formée de la *molasse* proprement dite, comprend des bancs considérables de sable siliceux, à grains d'une grosseur assez égale, passant, près de la zone précédente, à une roche plus dure qui est exploitée comme pierre de taille (Lausanne, Savigny, Moudon). Vers l'O., les grès deviennent plus fins et la roche plus terreuse (Romanel). La partie supérieure est, vers le N., de Saint-Ciergues à Payerne, une couche particulière, nommée *purpin* dans la contrée: c'est le sable des molasses, mais devenu calcaire, coquillier et très propre aux constructions en raison de son endurcissement. La troisième zone est formée par l'*argile*, qui s'appuie directement sur le terrain néocomien et constitue le sol des environs de Nyon.

Autour d'Yverdon elle est en outre caractérisée par des bancs de calcaire compacte mêlés à des argiles moins alumineuses. L'auteur voit une analogie frappante entre cette distribution de matériaux et celle que l'on observe à l'entrée d'un fleuve dans une masse d'eau en repos ; ce qui lui fait présumer un courant d'eau venant du S.-E., déposant d'abord les poudingues, un peu plus loin les sables, et enfin les argiles ou le limon.

Les fossiles de la première zone, trouvés surtout dans les marnes entre Lausanne et Clarens, sont le *Palmacites* (*Flabellaria*) *Lamanonis* (tronc, feuilles et fruits), des roseaux *calamites*, des *Rhamnus terminalis*, *Clidmeria* et *Populus*. La couche inférieure au poudingue a fourni en outre des feuilles d'*Ostria*, *Fraxinus* (1). Tous les débris de ces espèces végétales sont quelquefois entassés en assez grande quantité pour former des couches de lignites. Les animaux fossiles sont représentés par un Rhinocéros, dont M. Donat a trouvé les mâchoires à Béthusy, et une Hélice (*H. rubra*? Agass.) abondante à Niallins.

La zone des poudingues, selon M. Blanchet, aurait été anciennement occupée par des marécages où s'est formée une marne très riche en Moules et en Planorbes. Le courant d'eau abandonnant son lit, la végétation s'y serait établie et aurait été couverte d'une nouvelle couche de marne, et ces alternatives expliqueraient l'origine d'une tourbe charbonnée sous l'eau, et durcie par la pression des terrains supérieurs, qui se trouve dans ces localités.

La zone des molasses est pauvre en fossiles. Le grès de la Moitié contient surtout des bivalves du genre *Venus*, et des fragments de parties solides d'animaux terrestres et fluviatiles. M. Agassiz y a reconnu des Rhinocéros (*incisivus* et *minutus*?), Babiroussa, *Hyotherium medium*, *Hyoth. Meisneri*, *Pachyodon mirabilis*, *Palæomerix Scheuchzeri*, Renards; et M. H. de Meyer, 9 à 10 espèces de *Testudo*, *Emys*, *Trionyx*, son nouveau genre *Trachyaspis*, des poissons et des *Venus*.

Les argiles n'ont encore fourni que des Hélices près de Genève et d'Orbe, le *Cerithium plicatum* près d'Yverdon. Elles exigeraient des recherches sous le rapport paléontologique.

A l'époque de la formation de ces dépôts, le Léman n'existait pas; la majeure partie du pays calcaire était couverte de dômes

(1) M. Ad. Brongniart y indique le *Flabellaria raphifolia* et non le *Lamanonis*; les chaumes sont désignés par lui sous le nom de *Culmites* et non *Calamites*; enfin nous n'avons pu trouver de plante qui portât le nom de *Clidmeria*. (W.)

portlandiens arrondis (Voirons, Folly, etc.). C'est à l'époque de l'apparition du granit que ces masses auraient été crevassées dans tous les sens, et traversées à la surface par de grandes fentes longitudinales et transversales, offrant en grand la figure d'une toile d'araignée, et dans lesquelles les eaux se sont réunies pour former les fleuves et les rivières. Ces fentes ont le plus souvent été simples; mais dans la vallée du Rhône, de Bex à Aigle, quoique les deux parois de rochers dans le canton de Vaud et celui du Valais soient semblables aux mêmes hauteurs, il n'y a aucun rapport entre les roches du niveau de la plaine et le marbre de Saint-Triphon. Celui-ci est un massif *cunéiforme* de terrain crétacé, qui s'est enfoncé dans une double crevasse dont les parois ont été soulevées en sens inverse, et par conséquent se sont écartées, ce qui l'a placé bien au-dessous de son contemporain. C'est probablement à un accident semblable du calcaire portlandien qu'est due la formation du Léman, comme l'indiquent assez les montagnes de la Savoie inclinées au midi et la molasse vers le nord, et surtout le nivellement du fond du lac, qui a donné pour profondeurs : à Évian, 300 mètres; à Meillerie, 320 mètres; à Saint-Gingolph, 196 mètres; à Chillon, 170 mètres; et à Vevey, 200 mètres. D'après cela, le fond du bassin serait un plan incliné vers la Savoie, et sa plus grande profondeur se trouverait sur les bords du coin, du côté méridional. W.

Sopra la produzione, etc. Sur la production des flammes dans les volcans, et conséquences que l'on peut en tirer; par M. Pilla.

Les physiciens et les géologues qui se sont occupés de l'étude des volcans ont, la plupart, nié l'existence de flammes dans les éruptions volcaniques, et en ont attribué les apparences à la réflexion de la lumière produite par la matière incandescente du cratère sur la fumée qui s'en dégage. Cette opinion se trouve consignée dans les ouvrages d'un grand nombre de savants : Spallanzani, Covelli, Gay-Lussac, Poulet Scroppe, de La Bèche, Brongniart, etc. L'auteur lui-même l'avait exprimée dans son *Spectatore del Vesuvio*; mais alors il n'avait pas encore eu l'occasion d'observer de vraies flammes au Vésuve. Trois phénomènes de ce genre, heureusement observés dans ce volcan pendant le cours de deux années, lui ont prouvé que le hasard seul avait

empêché les observateurs précédents de reconnaître l'existence réelle des flammes.

1° Dans la nuit du 2 juin 1833, M. Pilla était sur le cratère du Vésuve pour observer une éruption alors près de son terme. Le fond du cratère supportait un de ces cônes si curieux par la rapidité avec laquelle ils s'élèvent et se détruisent, et dont le sommet offrait une cavité en entonnoir où se faisaient les explosions. Celles-ci, alors un peu ralenties, se succédaient à des intervalles de trois à quatre minutes; ce qui permit à l'observateur de monter sur le cône pour étudier de plus près le phénomène. L'intérieur de la cavité était en grande partie caché par la fumée, à travers laquelle les parois ne paraissaient que de distance en distance. L'ouverture placée au fond de l'entonnoir avait à peu près 20 mètres de circonférence et environ 80 de profondeur; un grand bruit et une secousse violente annonçaient l'imminence de l'explosion; tout-à-coup la bouche s'ouvrait en produisant une détonation semblable à un coup de canon, et il en sortait avec violence une colonne de fumée noire et fuligineuse, accompagnée d'un torrent de gaz enflammé s'élevant avec la rapidité de l'éclair, et d'un jet de pierres ardentes qui retombaient presque toutes dans la voragine. La flamme *vibrante* qui accompagnait l'explosion avait une couleur rouge-violet bien marquée, et s'élevait à 4 ou 5 mètres : elle était produite par l'inflammation du gaz au contact de l'air seulement; car la circonférence de la colonne était seule lumineuse, et son centre, obscur, offrait en grand le phénomène qu'on observe dans la flamme d'une lampe.

Après l'explosion, et lorsque la chute des pierres avait cessé, on observait dans le fond de la voragine quelques grosses gerbes isolées d'une flamme pittoresque qui se mouvait lentement près des parois de la voragine, de même qu'en plus petit nous voyons la flamme se promener sur une petite quantité d'alcool. On pouvait bien distinguer sa couleur légèrement violette; la présence de l'hydrogène se trahissait alors par son odeur particulière. Cinq explosions successives furent accompagnées des mêmes phénomènes. La violence de la dernière ne permit pas à l'observateur de tenir plus longtemps sa position dangereuse.

2° Le 7 juin 1834, le Vésuve était en éruption; son cône intérieur lançait des pierres avec une telle violence qu'on pouvait craindre d'en être atteint; de son pied sortait un courant de lave, et, près de là, une bosse du sol supportait huit petit cônes de lave ouverts au sommet, d'où s'échappaient des gaz et des vapeurs avec un bruit semblable à celui d'une machine à vapeur à haute

pression. Ce phénomène était accompagné de la production de flammes un peu vagues, mais que l'obscurité de la nuit rendait cependant bien visibles ; elles avaient une forme conique allongée, vibraient comme la flamme d'un chalumeau, et mesuraient dans leur longueur 3 à 5 pouces, et 1 1/2 de diamètre à leur base. Leur belle couleur verte provenait sans doute du chlorure de cuivre qui était associé à la substance gazeuse. Il se dégagéait une forte odeur d'acide hydrochlorique qui ne permettait pas de sentir le gaz hydrogène sulfuré.

3^e Au mois d'août 1834, le Vésuve s'était ouvert à sa base orientale, et vomissait le grand courant de lave qui a ravagé le territoire d'Ottajano. Au point de sortie de la lave on remarquait de nombreux petits cônes, espèces d'*hornitos*, qui étaient tous en éruption et produisaient des explosions accompagnées de grands bruits. Un de ces cônes, plus grand et agissant avec plus d'intensité, rejetait une grande quantité de pierres scorifiées, de fumée, et une flamme continue, de couleur rouge incandescente, qui sortait avec violence et s'élevait à une dizaine de pieds de hauteur. La fumée était rendue corrosive par l'acide hydrochlorique, et formait en quelques instants un petit nuage très épais qui incommoda beaucoup M. Pilla et M. Tosone, de Milan, son compagnon de voyage. Tels sont les seuls exemples de flammes observées dans les éruptions volcaniques ; M. Pilla n'en a jamais observé à la surface des courants de lave ; mais M. Maravigna, de Catane, lui a assuré en avoir observé sur un courant de l'Etna, en 1819.

Ces faits sont bien positifs, et donnent à penser que les éruptions volcaniques sont de même toujours accompagnées de jets de flammes, qui s'échappent et de la bouche principale et des bouches secondaires de l'intérieur ou de l'extérieur du cratère quand l'action volcanique est dans toute son énergie. On doit attribuer à la difficulté de s'approcher de la bouche même d'explosion l'extrême rareté de leur observation.

L'auteur du Mémoire, cherchant ensuite à déterminer la nature du gaz qui produit la flamme volcanique, passe pour cela en revue les différentes substances qu'on rencontre dans les déjections volcaniques. Les nombreuses analyses de la fumée du Vésuve ont donné pour sa composition de la vapeur d'eau renfermant de l'acide hydrochlorique et des chlorures de fer et de soude. Les substances solides des déjections sont, en commençant par les plus répandues, les chlorures de fer et de soude, ceux de plomb et de cuivre, assez rares ; les sulfates de fer, de cuivre et

de chaux hydratée; des substances salines assez rares, formées de mélanges de sulfates et de chlorures; des oxides de fer et de cuivre, résultant de la décomposition des chlorures de ces mêmes substances par leur contact avec la vapeur d'eau; du soufre enfin, très rare, qui semble provenir de la décomposition du gaz hydrogène sulfuré. L'ammoniaque n'est pas au nombre des produits volcaniques du Vésuve, du moins il n'a jamais été observé; mais les courants de 1834 et 1839, en réagissant par leur acide hydrochlorique sur la terre végétale, ont produit cette substance. L'abondance de la vapeur d'eau, de l'acide hydrochlorique et des divers chlorures ne permet pas de douter que les gaz enflammés qui accompagnent les éruptions ne soient à base d'hydrogène; et ce ne peut être que l'hydrogène pur ou sulfuré. L'hydrogène carbonaté ne s'étant jamais montré au Vésuve ni dans les autres volcans en activité.

Le gaz hydrogène sulfuré est rare au Vésuve, ce que prouvent les nombreuses analyses des gaz de ce volcan, et la rareté des substances qui sont le produit de ces réactions (soufre et gypse). Les flammes observées dans l'éruption du cône indiquaient bien, par leur couleur et l'odeur qu'elles répandaient, qu'elles étaient dues à la combustion de ce gaz: seulement l'éruption s'approchait alors de sa fin. Les autres flammes observées n'avaient ni la couleur ni l'odeur propres à ce gaz; elles apparaissaient quand l'éruption était en pleine activité; leur couleur rouge incandescente, particulièrement dans les hornitos de 1834, fait croire que le gaz était alors de l'hydrogène pur. « D'où on doit conclure, dit M. Pilla, que l'hydrogène pur et l'hydrogène sulfuré sont les substances qui produisent par leur combustion les flammes des éruptions volcaniques. L'aspect sous lequel elles se présentent indique qu'elles se forment en immense quantité dans les foyers des volcans, et leur apparition tient à une cause qui doit prendre une grande part à la production des phénomènes volcaniques. »

Si l'on passe ensuite de l'exposition des faits aux conséquences générales qu'on peut en déduire, on voit que la position de la plupart des volcans sur les côtes ou au milieu de la mer, la formation des nouvelles bouches dans les mêmes circonstances, les phénomènes qui accompagnent leurs éruptions, les substances qui sont rejetées, dont les plus abondantes sont la vapeur d'eau, le sel marin, l'acide hydrochlorique et des gaz hydrogénés, ne permettent pas de nier l'intervention des eaux marines dans la production des phénomènes volcaniques. Les objections qu'on peut faire à cette théorie perdent toute valeur devant le nombre des

faits qui l'appuient. Les lois de l'analogie et l'observation démontrent que l'eau de la mer peut arriver au foyer incandescent de notre planète, sa vaporisation étant empêchée par la pression à de grandes profondeurs. Son action principale dans les phénomènes des volcans tient à sa décomposition : un de ses éléments est rendu fixe, tandis que l'autre se dégage ; d'où on doit conclure naturellement que le centre de la terre renferme des substances qui ont une grande affinité pour l'oxygène, et c'est à cette affinité qu'il faut attribuer l'origine des éruptions et des phénomènes qu'elles présentent.

Parmi ces substances, le silicium est celle qui a joué le plus grand rôle dans tous les âges de notre planète, car son oxide se trouve répandu en immense quantité dans toutes les parties de l'écorce oxygénée. On peut même dire avec Berzelius que l'oxygène et cette dernière substance sont les deux éléments principaux qui constituent la matière de la terre, et c'est dans cette composition que nous trouvons tout le secret de la géologie ; car on doit croire que l'affinité chimique de ces deux éléments et les effets de leurs combinaisons ont produit tous les accidents qui ont présidé à la formation de l'enveloppe solide de notre planète. W.

Sull. caverne, etc. Sur les cavernes des provinces vénitiennes ;
par M. Catullo.

On a donné le nom de cavernes à des cavités naturelles, plus ou moins grandes, qui existent dans le sein de la terre. Le plus souvent ouvertes dans les roches calcaires, et principalement dans celles du système crétacé des provinces vénitiennes, elles paraissent surtout être abondantes dans les contrées où les dislocations des montagnes ont interrompu les anciens cours des fleuves ; mais on ne peut pas penser pour cela qu'elles doivent leur origine aux fentes et à la discontinuité des strates produites par de vastes affaissements du sol. Elles existent dans l'ancien comme dans le nouveau continent, et même dans la Nouvelle-Hollande, et renferment, mêlés avec des débris des animaux de la contrée, des restes d'éléphants et d'autres mammifères des régions chaudes de l'ancien monde ; ce qui donne à leur formation les caractères d'un phénomène général.

Les géologues ont mis au jour de nombreuses et bien diverses

théories pour expliquer leur formation , mais aucun n'en a donné d'entièrement satisfaisantes. Ainsi Deluc dit que les eaux s'infiltrant dans les masses pierreuses ont dissous et entraîné des masses boueuses , et formé des cavités à leur place. Ces cavités , pour Breislak , ont été produites par des gaz qui n'ont pu arriver jusqu'à la surface du sol lors du refroidissement de la terre ; Brocchi reconnaît dans leur formation un phénomène contemporain de l'origine des montagnes. Pour d'autres, des eaux saturées d'acide carbonique ont pu dissoudre les calcaires , effet peu proportionné à la cause ; car, si d'un côté l'eau tend à augmenter l'étendue des cavernes en corrodant leurs parois , elle tend continuellement de l'autre à la restreindre par le dépôt des matières qu'elle y entraîne , et cette dernière action est de beaucoup la plus considérable. Dubuisson croit qu'elles sont dues à la dissolution des sels disposés en amas dans le sein des sédiments ; mais cette hypothèse ne peut être applicable aux cavernes ouvertes seulement par le haut et dépourvues d'issues latérales , comme celles d'Ossa chez les Volsques , et de Romagnano dans le Véronais. M. Boué , dans son *Guide du géologue* , dit qu'un grand nombre de causes ont pu coopérer à leur formation : ce sont les affaissements partiels des couches , leurs fentes et leurs failles , leur plissement , et leur passage de la position horizontale à la forme arquée , auxquelles on doit réunir comme cause d'agrandissement le passage d'eaux chargées d'acide carbonique. Cette explication ne peut convenir qu'aux cavernes étroites , à voûte irrégulière plus ou moins élevée , et se rétrécissant vers le haut ; mais elle ne peut être appliquée à ces vastes cavités plus régulières , remplies de concrétions , et dont la voûte assez peu élevée et en forme de coupole donne l'idée d'une formation d'un seul jet. Il est un fait qui prouve aussi que les inflexions arquées des couches ont plutôt contribué à combler l'ouverture des cavernes qu'à les produire. Dans la vallée de Pantena (Vérone) , on observe de nombreuses courbures des couches , et au-dessous d'elles de très vastes cavernes , embarrassées d'un grand nombre de blocs énormes , détachés de la voûte lors du phénomène qui a dérangé l'horizontalité des couches. MM. Virlet et Tournal admettent l'action simultanée des soulèvements et tremblements de terre et des courants acides , et leur théorie est attaquée par les mêmes objections faites à M. Boué. M. Marcel de Serres a aussi admis l'influence des soulèvements dans la production de ce phénomène ; et pour l'appliquer aux cavernes à parois arron-

dies, il a supposé que les mouvements du sol s'étaient opérés avant l'entière solidification des couches. Cette dernière hypothèse ne peut être convenablement admise pour les formations semblables des provinces vénitiennes; car elles existent principalement dans les roches secondaires, et les éruptions volcaniques sont ou plus anciennes ou plus récentes, et postérieures même aux dépôts tertiaires. M. Catullo avait déjà exprimé la même opinion; mais il ne l'avait appliquée qu'à certains cas particuliers, ayant reconnu que beaucoup de cavernes avaient une origine toute différente, et qu'il était difficile d'expliquer raisonnablement.

Les cavernes peuvent exister dans tous les calcaires de toutes les époques, depuis ceux considérés comme intermédiaires, jusqu'aux formations contemporaines. Leur formation peut aussi être très ancienne; mais la plupart d'entre elles, si l'on en juge par l'identité des matériaux de transport qui recouvrent leur sol, paraissent s'être ouvertes à une époque très rapprochée de nous, et coïncider avec les agents physiques qui ont travaillé toute la surface de la terre depuis la consolidation des strates tertiaires; car elles ont aussi, sous le rapport de leur remplissage, les plus grandes analogies avec ces fentes remplies de débris anguleux détachés des montagnes voisines et d'ossements cimentés par une pâte argilo-calcaire plus ou moins dure, auxquelles on a donné le nom de Brèches osseuses. On a trouvé dans ces cavités les débris osseux des mêmes espèces perdues que renferment en grande abondance les terrains diluviens, et ce caractère a surtout contribué à faire considérer les phénomènes de ces deux formations comme contemporains. Certains individus de ces espèces paraissent avoir péri dans les cavernes mêmes où elles ont l'habitude de se réfugier; mais, à en juger par la dispersion et la dislocation des pièces du squelette de certaines autres, leur transport s'est opéré par de violentes inondations. Les premières espèces appartiennent principalement à la famille des carnassiers, et les autres à celle des ruminants et des rougeurs qui abondent dans les Brèches osseuses. Certains auteurs avaient été conduits par l'association des débris à considérer ces espèces perdues comme contemporaines de l'existence de notre espèce; mais cette opinion ne peut être admise, et le phénomène de cette association trouve des explications nombreuses dans les remaniements qui s'opèrent de nos jours.

Cavernes des environs de Belluno. — A 6 milles à l'est de Bel-

luno est la montagne d'Alpago, qui appartient dans son ensemble au système crétacé, dont l'assise la plus ancienne est le calcaire à Rudistes. Un terrain inférieur, et par conséquent plus ancien, doit être rapporté au système jurassique. Ce dernier est un calcaire parfois argileux, de couleurs variables, caractérisé par l'abondance des Térébratules, et qui paraît se lier à celui du pied du mont Sochero, dont les espèces nombreuses ont été figurées et décrites dans la *Zoologie fossile des Alpes vénitiennes*. Aux environs de Fadalto, il supporte immédiatement le calcaire à Rudistes, mais sans qu'on puisse y reconnaître les rapports de stratification. Ce dernier calcaire est généralement blanc, mais d'un aspect et d'une solidité variables; ses fossiles ne sont pas seulement des Sphérulites et des Hippurites, mais encore des Plagiostomes, des Podopsides et des Vénus, comme à Borsoi, ou des Nérinées, des Aleyonelles et des Baculites, qui sont tous décrits dans les *Actes de l'Académie de Padoue* (t. IV, p. 3, tab. I et II). Le calcaire rouge, sablonneux, avec polypiers, de Ravenne, etc., recouvre le terrain hippuritique et supporte la scaglia. Ce système crétacé présente une inclinaison variable, et est accompagné de couches marneuses, rouges, grises ou vertes. Le calcaire à Rudistes, perdant son aspect cristallin par la rareté des Sphérulites, qui sont à l'état spathique, passe à l'aspect terreux, et sur d'autres points la présence de nœuds calcaires blancs, dont les formes aplaties, ovoïdes et sans angles indiquent qu'ils ont roulé avant d'être empâtés, donne à ce calcaire les caractères d'un poudingue employé dans les travaux d'architecture en raison de sa grande dureté. Les terrains plus récents se rencontrent aussi sur le système crétacé ou dans ses vallées; ce sont la molasse et la glauconie, recouvertes parfois par les dépôts diluviens.

Il résulte de nombreuses observations que le terrain à hippurites de l'Italie appartient à la partie la plus inférieure du terrain crétacé, et non à la partie supérieure, comme on le trouve dans beaucoup d'autres pays. Il résulte de là que la distribution géologique des espèces n'est pas aussi régulière qu'on voudrait l'admettre, et qu'on ne peut établir en principe que les divers membres du système crétacé renferment exactement les mêmes espèces. Si on doit avoir foi à la contemporanéité des mêmes espèces fossiles dans tous les pays, la présence des mêmes Sphérulites et Rudistes à la partie supérieure du système dans le midi de la France, et au contraire dans un terrain qui est le représentant de l'étage néocomien des géologues modernes dans l'Italie, doit

conduire à admettre que lorsque les terrains crétacés de la France méridionale étaient déposés, ceux de l'Italie étaient à peine commencés.

Les cavernes sont nombreuses dans cette montagne ; mais la plupart, par leur peu d'étendue, méritent à peine ce nom ; ce sont des fentes de dislocations, élargies un peu par les eaux, mais où il est encore difficile et souvent même impossible de pénétrer. Les grottes de la Costa , de Baldassare , de Valmenera , de Fratzza et de Busa dell' Orso sont dans ce cas. Deux autres, au Cansiglio , près la Casera del Conte , ont été appropriées aux usages domestiques. Les deux seules qui présentent une certaine étendue sont celles de Vallorch et de Lander de Furlani, près le mont Trémol. La première est dépourvue de stalactites sur ses flancs, et laisse voir le calcaire à Hippurites dans lequel elle est ouverte. Les parois offrent des enfoncements horizontaux, remplis de terre rougeâtre, ossifère, dans laquelle sont des fragments indéterminables, dont un paraît avoir appartenu au fémur d'un grand herbivore. L'abbé Giovanni Ocofer y a observé des os frais rongés par les loups et les renards dont elle est le refuge, ce qui rappelle le fait observé par M. Rozet dans la caverne de Vergisson. (*Bull. Soc. géol.*, X, 248.)

Au sud de Belluno , près du village de Dussoi, est une caverne dite de S.-Pietro Tuba , petite et irrégulière , présentant près de son ouverture une fente étroite et profonde. Aux environs, de nombreux trous semblent conduire à d'autres cavernes qu'il est impossible d'explorer. Un peu plus au sud, on trouve la caverne nommée Sparlonga di Camp. On pénètre par un couloir étroit, plein de concrétions, long de 40 mètres, et devenant de plus en plus incliné, dans un vestibule qui offre sur ses parois des saillies et des enfoncements en lignes parallèles, attestant l'action des eaux, et dans lesquels de nombreux individus du *Pyrrhocorax alpinus* ont établi leurs nids. A la surface du sol existe une ouverture de 3 pieds de diamètre, qui transmet à l'oreille un bruit lointain, paraissant produit par les eaux d'un fleuve souterrain, qui se déverse probablement dans le Serra-Vallesse ou dans le lac Mort, distant à peine d'un mille. On raconte qu'en 1804, un homme étant tombé dans cet abîme, on eut besoin d'avoir recours à une très longue corde pour en retirer son cadavre ; mais personne ne connaît à peu près l'intervalle qui sépare du sol le fond de cette seconde caverne.

Cavernes du Véronais. — La grande vallée Pantena présente dans ses collines des dérangements et des inclinaisons de couches

qui attestent l'action des soulèvements. Ces collines offrent de nombreuses cavernes qui méritent de fixer l'attention des géologues. La montagne de Romagnano paraît avoir dans son sein des cavités qui l'ont rendue moins capable de résister aux secousses imprimées par les dislocations. A certains endroits, la courbure des strates est due à l'affaissement de la voûte des cavernes placées au-dessous; car au-dessus d'elles le plan de stratification des couches n'a pas été dérangé. A Foldruna est une cavité profonde qui conduit à une caverne, comme l'indique le mouvement prolongé des pierres qu'on y fait rouler. Elle a été visitée par Ant. Gazola en 1739, et suivant son récit il existe une fissure large de quelques ponces, qui est assez profonde pour qu'une pierre mette $\frac{1}{4}$ de minute à en atteindre le fond. Près de là est le Serbaro, décrit par Fortis, et rendu célèbre par les dépouilles d'éléphants fossiles qui y gisent en grande quantité. Les ossements y sont enfoncés dans une gangue argileuse concrétionnée, à 3 ou 4 pieds de profondeur, et ont appartenu à l'*Elephas primigenius*, au cheval, à des cerfs (élan d'Islande et cerf commun). Un de ces débris ressemble au métatarse de notre chèvre domestique. Ce fait, observé aussi dans la caverne de Lunel-Vieil par M. Marcel de Serres, avait suggéré à cet observateur l'opinion de l'enfouissement des espèces perdues à une époque postérieure à l'apparition de l'homme; mais ceci n'est point admissible pour les dépôts ossifères du Serbaro. A 4 milles de Bolca se trouve la caverne de Selva di Progno, ouverte dans le calcaire crétacé. Elle présente trois issues rapprochées, et communique à deux autres cavernes très vastes. Ses parois ont des cavités remplies de limon et d'ossements ayant appartenu à l'*Ursus spelæus*, qui probablement s'y réfugiait. La caverne de Ceri est située dans la vallée de Falconi, à un mille d'Alfaedo; son entrée se rétrécit, et oblige de ramper sur le ventre l'espace de 3 ou 4 mètres pour arriver dans le vestibule, et de là dans la chambre ossifère, qui est haute de 2 mètres et large de 6 ou 8. Son toit est percé de trous qui conduisent dans d'autres cavités ou à la surface du sol, et à son extrémité s'ouvre une autre caverne; de sorte qu'on peut supposer que toute la colline est pleine de cavités. Quelques ossements sont fixés à la voûte comme dans celle de Miallet, observée par M. Teissier. Les débris qui y ont été recueillis appartiennent aux *Canis lupus*, *Sus prisus*, et à des ruminants indéterminables. Les matériaux qui couvrent son sol paraissent y être entrés par une ouverture de la voûte, large de 4 pieds, qui en est encore obstruée. Ces matériaux doivent avoir rempli entièrement la grande

cavité, puisqu'on en voit encore à sa voûte sur les points non recouverts par les stalactites; l'ouverture inférieure n'a dû s'ouvrir qu'après ce phénomène, et par l'action dissolvante de l'eau sur les marnes qui en forment les parois.

Si l'on part de Vérone pour se rendre à la caverne de Veja, on peut parcourir la vallée délicieuse de Policella, et observer les formations crétacée et tertiaire. A Mazzurega, la craie est en strates plus ou moins inclinées, désagrégée au dehors, mais très compacte dans l'intérieur, et employée, en raison de ce caractère, à la construction des édifices. Le terrain tertiaire est formé de calcaire grossier, terreux et pulvérulent ou solide, et plein de corps organisés fossiles analogues à ceux des collines de Vérone. A Novare, l'éruption du basalte a changé le calcaire grossier en une sorte de brèche, et amené une grande quantité de fer oxydé. La craie a pris au contact un aspect terreux, et ses encrines, ayant conservé leur forme cristalline, ont donné à la roche un facies très particulier. A Marano, elle a éprouvé des inflexions et des contournements bizarres.

Le pont naturel de Veja, formé par la craie, est en arc elleptique, dont la corde a 40 mètres et la flèche 20 mètres à peu près; l'épaisseur de la voûte est de 3 mètres au milieu. Il paraît être le débris d'une caverne dont les autres parois ont été entraînées et détruites par l'action des eaux. Près de là se trouvent deux cavernes non ossifères, dont l'une a 50 mètres de longueur et offre la plus grande irrégularité. Sa voûte est formée par le terrain tertiaire à l'état de calcaire grossier et de poudingue calcaire.

Le Vicentin ne renferme que deux cavernes qu'on ait étudiées, celles de Leonedo et d'Oliero, près de la Brenta. La dernière, ouverte dans une dolomie, renferme un lac profond qui nourrit des *Salmo trutta*, *Cotus gobio*, et des anguilles. Le *Proteus anguinus*, transporté de la caverne d'Adelsberg en Carniole, n'a pu vivre dans ses eaux. Un habitant d'Oliero y a récolté deux dents appartenant à l'*Ursus spelæus*. Celle de Leonedo est creusée dans le calcaire grossier, et renferme des ossements brisés et indéterminables. Enfin, la caverne de Costoza, rendue fameuse par les écrits de plusieurs hommes célèbres, ne peut être considérée que comme le résultat du travail des hommes. W.

Geological observations on the volcanic islands visited during the voyage of the Beagle. Observations géologiques sur quelques îles volcaniques visitées pendant le voyage du Beagle; par Charles Darwin, in-8°, 1844.

Ile de S.-Iago.

L'île de S.-Iago, une de celles du Cap-Vert, a 30 milles de long sur 12 de large; à deux reprises elle a été l'objet des études de l'auteur, dont les observations ont porté principalement sur les environs de Porto-Praya. Vue de la mer, cette contrée présente une foule de monticules coniques, d'une couleur rougeâtre, et des collines moins régulières, à sommet aplati et d'une teinte noirâtre, qui surgissent au milieu des plaines de laves, disposées en gradins. Une chaîne de montagnes assez élevées se dresse dans l'intérieur de l'île, où on ne trouve pas de volcans en activité.

Les roches les plus rapprochées du niveau de la mer, près de Porto-Praya, sont cristallines; elles paraissent devoir leur origine à quelque volcan sous-marin. Un dépôt calcaire irrégulier d'une faible épaisseur, et rempli de coquilles de la dernière période tertiaire, les recouvre irrégulièrement. Ce dépôt est lui-même recouvert par une nappe de lave basaltique qui a coulé de l'intérieur de l'île vers le rivage. D'autres courants plus modernes se sont écoulés des monticules coniques. Les collines à sommet aplati ont la même structure géologique que les roches du bord de la mer, dont elles sont le prolongement altitudinal.

Les roches du rivage sont du basalte noir, brun, gris, mêlé de hornblende, d'olivine, de mica, d'amphibole, de pyroxène et de feldspath vitreux: l'association du mica et du pyroxène est un fait assez rare. Ces laves compactes alternent avec des tufs amygdaloïdes, traversés par des dykes de roches pyroxéniques.

Le dépôt calcaire est blanc et forme une ligne horizontale élevée de 20 mètres environ au-dessus de la mer; son épaisseur moyenne est de six mètres. Ce dépôt consiste en débris organiques unis ensemble par une espèce de mortier calcaire. Des fragments de roches et de cailloux disséminés dans la masse forment une espèce de conglomérat, surtout dans les parties inférieures. Dans l'île de Quail, qui se trouve dans la rade de Porto-Praya, le calcaire de sédiment est remplacé, dans sa partie inférieure, par

un tuf terreux peu consistant, rempli de Turritelles. Il est couvert d'une couche de cailloux passant au grès, et mêlé de fragments d'Oursins, de pinces de Crabes et de coquilles. Les Huîtres sont encore attachées à la roche sur laquelle elles ont vécu. M. Darwin a trouvé dans ce calcaire 40 espèces de coquilles qui ont été déterminées par M. Sowerby. 11 sont des espèces actuellement existantes, 3 étaient nouvelles et ont été décrites par ce savant sous le nom de *Littorina planaxis*, *Cerithium æmulum* et *Venus simulans*. Ces fossiles suffisent pour ranger ce terrain dans la dernière période tertiaire, et montrer qu'il s'est formé dans une mer littorale peu profonde.

La lave basaltique qui a coulé sur le calcaire l'a altéré à une profondeur de trois décimètres à partir du point de contact, et l'on peut suivre tous les passages entre un terrain composé de débris de coquilles, de coraux, de Nullipores lâchement agrégés, et une roche dure et compacte, où l'on ne découvre aucune trace de la composition originelle, même avec le microscope. Les effets métamorphiques se manifestent de deux manières : tantôt on voit une roche à grains fins, semblable à un grès composé de particules cristallines dont les angles peuvent se mesurer à l'aide du goniomètre ; quelquefois on voit tous les passages entre les particules amorphes et les grains cristallins. Le calcaire métamorphique de la seconde espèce est blanc, compacte, sans aucune trace de structure cristalline, mais entremêlé de petits nids d'une substance ocracée, terreuse, qui paraît être un mélange de carbonate de chaux et de fer. La lave a englobé dans sa partie inférieure des masses calcaires, et forme une brèche renfermant des scories réduites en fragments très ténus. Plus haut, là où le calcaire domine moins et où la lave est plus compacte, on remarque de petites cavités tapissées de carbonate de chaux cristallisé. Ça et là il y a eu des affaissements du sol : tel est celui que l'on remarque au-dessous du monticule du Signal, près de la mer : il est conique, porte les traces d'un ancien cratère, et se compose d'une matière éruptive postérieure à la grande plaine basaltique. Au N. et au S. du monticule, tout le long du rivage, le lit calcaire est horizontal sur une longueur de 500 mètres, et se maintient à une hauteur de 20 mètres au-dessus du niveau de la mer ; mais, immédiatement au-dessous du monticule, il plonge sous les flots et disparaît. L'auteur en conclut que le monticule du Signal s'est affaissé avec le terrain environnant, après son élévation, ou qu'il ne s'est jamais élevé aussi haut que le reste de la contrée ; la force soulevante se dépensant sur ce point en éruptions successives.

La lave basaltique qui recouvre le calcaire est d'un gris clair, se fondant en un émail noir; sa fracture est terreuse, elle contient de petits grains d'olivine; son épaisseur moyenne est de 24 mètres.

Les monticules coniques dont l'île est parsemée ont donné lieu à des éruptions plus récentes encore; ils se composent de roches basaltiques ayant tout-à-fait l'aspect de scories, et leurs éjections n'ont certainement pas eu lieu au-dessous de l'eau. Ce fait est important; car près du sommet on trouve quelques lits de calcaire d'éruption, peu compacte, contenant des fragments de scories, qui sont eux-mêmes pénétrés d'arborisations de matière calcaire, semblables à des mousses ou plutôt à des conferves. Ces collines ont donné naissance à des courants de lave qu'on peut poursuivre dans la plaine, et qui contiennent des masses de calcaire éruptif. Il est probable, ajoute M. Darwin, que ce calcaire, sortant de la bouche d'un volcan, mêlé avec la lave incandescente, de la vapeur d'eau et des gaz, s'est dépouillé de son acide carbonique, mais qu'il a absorbé de nouveau celui de l'atmosphère.

Les collines à sommet aplati dont nous avons parlé s'élèvent en moyenne à 180 mètres; leur structure est celle des rochers du rivage; elles sont séparées par des vallées remplies de lave; les collines elles-mêmes sont basaltiques; le basalte est quelquefois compacte, souvent amygdaloïde. Il y a des lits calcaires sur quelques uns de ces sommets, qui paraissent être de formation sous-marine; leur base est une roche feldspathique ferrugineuse en état de décomposition. Elles sont probablement le reste d'un plateau dont l'étendue était autrefois très grande et occupait une partie de la circonférence de l'île.

Ile Maurice.

Après quelques observations détachées et très sommaires sur Fernando Noronha, Terceira et Tahiti, l'auteur arrive à l'île Maurice. En l'accostant du N. ou du N.-O., tout le monde, dit-il, sera tenté de penser que la mer baignait autrefois le pied des montagnes qui s'élèvent brusquement des basses terres. Cette apparence n'est pas trompeuse; car l'île est bordée de bancs de coraux qui s'élèvent à cinq ou six mètres au-dessus du niveau de la mer. L'auteur anonyme du *Voyage à l'île de France, par un officier du roi*, et M. Bory de Saint-Vincent, les avaient déjà décrits. Les montagnes près de Port-Louis se composent de couches de basalte compacte. L'intérieur de l'île est couvert de coulées basaltiques.

Bailly, dans son *Voyage aux terres australes*, représente ces montagnes comme une ceinture d'immenses remparts, ayant une pente plus ou moins douce vers le rivage de la mer, tandis que vers le centre de l'île elles présentent une coupe abrupte et souvent taillée à pic : elles sont formées de couches parallèles, inclinées du centre de l'île vers la mer. M. Darwin confirme pleinement les vues du voyageur français.

Rochers de Saint-Paul.

Situés dans l'océan Atlantique, à 1° N. et à 540 milles de l'Amérique du Sud, ils forment un îlot dont la circonférence est de trois quarts de mille, et le point culminant élevé de 15 mètres au-dessus de la mer. Ces rochers s'élèvent brusquement du sein des flots, et, excepté à l'O., on ne trouve pas de fond à un quart de mille de distance. Ce qui les rend très remarquables, c'est qu'ils ne sont point volcaniques, mais d'une roche non encore décrite, compacte, pesante, d'un gris noirâtre, à fracture irrégulière, infusible, et assez dure pour rayer le verre. Elle contient des veines de serpentine et de calcaire ferrugineux.

Ile de l'Ascension.

Elle a la forme d'un triangle irrégulier, et environ 18 milles de tour. Le point le plus élevé est à 860 mètres au-dessus de la mer. L'île entière est volcanique, mais non d'origine sous-marine.

Les couches les plus superficielles sont des coulées basaltiques qui paraissent avoir eu peu de fluidité, car elles se terminent par des escarpements de 6 à 9 mètres de hauteur. Leur surface est très inégale ; çà et là on voit des monticules coniques traversés par des fissures et ayant une tendance à se diviser en prismes. Ils dépassent le niveau général de 3 à 10 mètres. Leur formation est probablement due à l'accumulation de la lave sur des points où la résistance a été plus grande. Quelques unes de ces coulées peuvent être suivies jusqu'aux masses trachytiques, ou jusqu'à des cônes rougeâtres, isolés, et qui se rencontrent çà et là sur les parties septentrionale et occidentale de l'île. M. Darwin en a compté entre 20 et 30 ; leurs sommets sont tronqués obliquement : le plan de la section est incliné vers le S.-E., d'où soufflent les vents alisés. Cette disposition est due sans doute à ce que ces vents emportaient dans une direction déterminée les cendres et les fragments que rejetait la bouche du cratère.

On trouve dans l'île un grand nombre de bombes volcaniques ; quelques unes sont fort loin des centres d'éruption ; leur grosseur varie depuis celle d'une pomme jusqu'à celle de la tête. La coupe d'un de ces sphéroïdes présente des cellules dont la grandeur va en diminuant du centre à la circonférence, qui est formée par une couche de lave compacte recouverte d'une couche celluleuse, dont les cellules sont très petites. Cette structure s'explique en supposant que la couche, à l'état semi-liquide, a été soumise à un mouvement rotatoire ; la partie externe, en se refroidissant, a résisté à la dilatation des gaz intérieurs qui obéissaient à la force centrifuge ; de là les couches de lave compacte de la circonférence, tandis que la masse intérieure, encore à l'état semi-liquide, s'est creusée de grandes cellules dues à la dilatation de ces mêmes gaz.

Près de la montagne la plus élevée de l'île, on voit une grande masse formée de fragments qui paraissent avoir été lancés par un petit cratère situé près de la montagne ; après ces éjections il y a eu un affaissement qui a donné lieu à un cirque elliptique, dont le grand axe a 1340 mètres de long. Les escarpements du cirque, qui sont sensiblement verticaux, se composent de basalte dans leur partie inférieure, et dans leur partie supérieure des fragments dont nous avons parlé. M. Darwin a observé des enfoncements semblables près des cônes volcaniques des îles Galapagos. On trouve souvent des fragments de roches primitives (granite, syénite, porphyre, quartz, feldspath) engagés au milieu des masses de scories volcaniques.

Les roches trachytiques forment les points culminants de l'île ; ce trachyte est d'un brun pâle, contenant du feldspath vitreux et du fer spéculaire. L'obsidienne et plusieurs espèces de roches feldspathiques viennent s'associer au trachyte, qui, quelquefois, prend tous les caractères d'un véritable tuf blanc et friable. C'est lui qui forme le plus grand nombre des collines, qui ne présentent aucune trace de cratère et ont la plus grande ressemblance avec des dépôts sédimentaires. On trouve dans le tuf trachytique des masses de jaspe qui paraissent n'être que des roches silicifiées de la même manière que le bois fossile. Ce trachyte ponceux contient encore des concrétions à couches concentriques bien caractérisées, et composées de cendres et d'un peu de substance calcaire.

Les bords de la mer sont recouverts d'immenses dépôts de débris de coquilles de coraux, mêlés de substances d'origine volcanique. A quelques décimètres de profondeur, ces substances

s'agrégent, et forment une roche divisée en couches peu épaisses. Au dire des habitants, cette roche durcit en peu d'années, au point qu'il est difficile de la briser avec le marteau; sa densité est à peu de chose près la même que celle du marbre de Carrare. Près de l'établissement militaire, ces dépôts calcaires se font périodiquement en automne lorsque les courants portent au S.-O.; puis ils sont souvent entraînés mécaniquement quand ces courants changent de direction.

Du côté occidental de la plus haute montagne de l'Ascension, on trouve aussi une roche feldspathique à cassure cristalline feuilletée, alternant avec l'obsidienne, avec tous les passages de l'une à l'autre, et contenant des Sphérulites. M. Beudant en Hongrie, M. de Humboldt au Mexique, au Pérou et à Ténériffe, ont observé des alternances semblables. On voit donc que plusieurs roches de la série feldspathique ont une structure lamellaire, qui s'observe également dans les masses qui ont été injectées dans les couches supérieures, et d'autres qui ont coulé sous la forme de courants de lave. Quelques auteurs ont attribué la structure lamellaire de ces roches volcaniques à leur progression pendant qu'elles étaient à l'état liquide, et dernièrement M. Forbes a cherché à établir une analogie entre les bandes des obsidiennes et celles des glaciers; car dans l'obsidienne de Mexico on remarque des bandes alternativement opaques et translucides. Ces dernières doivent leur transparence à un nombre infini de bulles d'air. Les bandes blanches des glaciers sont dans le même cas.

En terminant ce paragraphe, M. Darwin appelle l'attention des géologues sur ce fait incontestable, c'est qu'un rocher d'origine évidemment volcanique sur l'île de l'Ascension présentait des couches parfaitement unies et parallèles: les unes composées de cristaux séparés de quartz et de diopside, mêlés de pyroxène et de feldspath amorphes; d'autres composées entièrement de pyroxène noir avec des globules d'oxide de fer; d'autres, enfin, composées de feldspath cristallisé plus ou moins pur, mêlées de cristaux de feldspath placés tous dans le sens de leur longueur. Il est présumable que ces couches ont été formées avec leur inclinaison actuelle. Ces faits sont importants si on les applique à la considération des roches plutoniques, qui toutes, comme celles des volcans, ont été soumises à l'action d'une forte chaleur, et qui consistent en couches alternatives de quartz et de feldspath, de mica et d'autres minéraux.

Ile de Sainte-Hélène.

Toute l'île est d'origine volcanique ; sa circonférence , suivant Beatson, est d'environ 28 milles ; la partie centrale consiste en roches feldspathiques généralement très décomposées , et présentant un singulier assemblage de bancs argileux , de couleur rouge , pourpre , brune , jaune et blanche , alternant les uns avec les autres. Quelques uns , en particulier ceux de couleur blanche , jaune et brune , sont d'anciens courants de laves , mais la plupart ont été probablement rejetés sous forme de cendres et de scories ; d'autres bancs , de couleur pourpre , paraissent avoir existé sous la forme de porphyre argileux en masse. Quelques uns de ces rochers contiennent de grands cristaux de feldspath , et ont la cassure rugueuse particulière au trachyte. Ces laves et tufs feldspathiques sont le produit des éruptions les plus modernes. Ils convergent en s'élevant vers la chaîne centrale , dont le point culminant atteint une hauteur de 800 mètres : c'est le bord septentrional du grand cratère qui a vomé toutes ces laves.

L'île est entourée d'une ceinture de grands remparts de basalte plongeant dans la mer , formant des falaises presque verticales , et variant en hauteur de 50 à 500 mètres. Ce cercle , ou plutôt ce fer-à-cheval , est ouvert vers le sud , et interrompu sur plusieurs points. Son arête s'élève peu au-dessus de la contrée environnante. Ce basalte est en général vésiculaire , et contient des cristaux de feldspath et de fer titané ; d'autres parties sont remplies de pyroxène et d'olivine. Les coulées sont séparées l'une de l'autre par des dépôts de matières cendrées , ou un tuf rouge friable et salifère. Il existe encore sur les bords de la mer des laves submarines qui unissent les roches basaltiques et feldspathiques. Elles sont lamellaires ou amygdaloïdes , et mêlées de gypse et de sel.

Les falaises qui bordent la mer se composent de ces laves sous-marines , de couches basaltiques , de dykes et de couches feldspathiques , disposées d'une manière variée.

Sur la côte septentrionale et méridionale , on rencontre des couches superficielles et peu épaisses de grès calcaires , composées en grande partie de débris de coquilles méconnaissables ; elles occupent surtout les parties de l'île qui sont à l'abri du vent , et souvent à 50 et même 200 mètres au-dessus du niveau de la mer. Leur épaisseur varie d'un mètre à 15 , et leur disposition est celle du sable qui serait amené par les courants alisés. La finesse des particules qui composent ce dépôt , et son existence

sur une côte complètement dépourvue de bancs coquilliers, lui assignent une origine antérieure à l'exhaussement actuel de l'île. L'eau de pluie a cimenté les diverses particules de ce sable, et l'a converti en un véritable grès. M. de Buch a observé à Lancerotte un calcaire compacte élevé de 240 mètres au-dessus de la mer, et tout-à-fait semblable à celui que nous venons de décrire. Les couches supérieures contiennent des coquilles terrestres, quelquefois entières, des ossements et des œufs d'oiseaux marins. Parmi ces espèces se trouve la *Cochlogena auris-vulpina*, que Lamarck avait prise pour une coquille marine : de son élévation au-dessus de la mer, il en avait conclu celle de l'île tout entière. Jamais cependant cette coquille n'a été trouvée à l'état vivant ; mais sa disparition est peut-être un fait récent qui se lie à la destruction des forêts de l'île lors de l'introduction des chèvres et des porcs en 1502.

Les laves d'origine submarine étant actuellement élevées en partie au-dessus du niveau de la mer, il devenait intéressant de trouver d'autres traces de ce soulèvement de l'île. Elles existent dans la présence des dépôts de sable et d'argile au fond de certaines vallées : ces dépôts contiennent des os d'albatros, qui ne visitent jamais l'île, et de l'oiseau des tropiques qu'on y observe très rarement. Ce qui différencie l'Ascension et Sainte-Hélène, c'est que dans cette dernière île on ne saurait reconnaître les limites des coulées de laves comme dans la première.

Sainte-Hélène, S.-Iago et Maurice sont de grands cratères de soulèvement, et M. Darwin est convaincu que les causes qui déterminent le soulèvement lent des côtes des continents et l'éruption des matières volcaniques ne diffèrent pas l'une de l'autre.

Archipel des Galapagos.

Situé sous l'équateur, à 5 ou 600 milles de la côte occidentale de l'Amérique, il se compose de cinq îles principales et de quelques autres plus petites. Les grandes îles sont formées d'une roche solide, et s'élèvent à une hauteur qui varie entre 300 et 1200 mètres. Les cratères sont d'une grandeur très inégale ; quelques uns ont plusieurs milles de circonférence. Ils sont très nombreux, on en compte deux mille environ, tous composés de scories, de laves et de pierre ponce. Les cratères de l'île Chatham sont formés d'un tuf composé de cendres agglutinées, et d'un autre qui est dur au point de rayer le verre. Sur la côte orientale de l'île, il y a plusieurs petits cratères basaltiques.

L'île d'Albermale se compose de cinq cratères aplatis qui se ressemblent entre eux. Dans un grand courant de lave à base noire et compacte, on voit un grand nombre de cristaux d'albite jouant le même rôle que la leucite du Vésuve. La pente douce et uniforme de cette lave, et sa division en petits courants par les inégalités du terrain, prouvent l'extrême fluidité qu'elle avait en sortant du cratère. James-Island renferme deux cratères ponceux. On peut les considérer comme le trait caractéristique de l'archipel des Galapagos; ils forment soit des promontoires, soit des îlots séparés; ceux qui sont plus éloignés de la mer n'en portent pas moins des traces de son action : aussi M. Darwin est-il porté à croire que ces cratères sont dus au mélange de cendres avec l'eau de la mer dans les cratères en ignition. L'origine et la composition du tuf ponceux, l'eau salée ou les couches de sel qui occupent le fond du cratère, rappellent les salses de l'Italie. Tous ces cratères sont échancrés vers le sud; l'auteur s'en est assuré sur 60 d'entre eux. Cela tient encore à ce que les vents constants soufflent du sud dans cet archipel, et ont dégradé ces cratères, soit qu'ils fussent émergés ou encore plongés dans les eaux. M. Darwin ne doute même pas que quelques uns n'aient été totalement enlevés.

Les recherches bibliographiques et personnelles de M. Darwin l'ont conduit à cette conclusion, que les innombrables îles semées dans les océans Pacifique, Atlantique et dans la mer des Indes, se composent de roches volcaniques ou de bancs de coraux. Les exceptions sont rares; il cite, dans l'Atlantique, le Rocher de Saint-Paul et les îles Falkland, composées de quartz et de schistes argileux; mais ces dernières sont très étendues et peu éloignées de la côte d'Amérique. Dans la mer des Indes, les Séchelles, situées sur le prolongement de l'axe de Madagascar, sont formées de quartz et de granite. Le sol de la Nouvelle-Calédonie est aussi primitif. La Nouvelle-Zélande offre quelques roches volcaniques et des volcans en activité, mais son étendue ne permet pas de l'assimiler aux petites îles dont nous parlons. La présence des schistes argileux sur trois des Açores, ou de calcaire tertiaire à Madère, de schiste argileux à l'île Chatam, dans la mer Pacifique, ou de lignite à la terre de Kerguelen, ne suffit pas pour les exclure de la classe des îlots volcaniques. On serait donc tenté de supposer que les volcans actuellement existants dans les continents formaient jadis des îlots isolés au milieu de la mer, ou s'ouvraient non loin de ses rivages. De plus, cette circonstance établit une grande différence entre les chaînes de montagnes sous-marines, qui sont volcaniques, et celles des continents, qui le

sont si rarement. En jetant les yeux sur une mappemonde, on voit que ces îles volcaniques forment deux ou trois lignes peu courbes, parallèles entre elles. Chaque île, considérée séparément, est généralement allongée suivant l'axe du groupe dont elle fait partie. Les groupes peu étendus ne présentent point de symétrie dans leurs formes; tel est celui de l'archipel grec, suivant M. Virlet. Mais dans le groupe des Galapagos, des Canaries, des îles du Cap-Vert, la disposition en séries est bien évidente.

M. de Buch divise les volcans en deux classes : les *volcans centraux* et autour desquels les éruptions se sont faites de toutes parts, et les *chaînes volcaniques*. La première classe ne paraît pas à M. Darwin établie sur des preuves suffisantes. Sans doute, dans un archipel, une île est plus soulevée que les autres, de même que dans une île un cratère est plus haut que les autres; mais ce n'est pas une raison pour en faire un cratère d'éruption, et il n'y point de différence entre les longues et les courtes chaînes, entre les Cordilières et les Açores. M. de Buch établit aussi que les chaînes volcaniques accompagnent les chaînes primitives. Il n'y a, en effet, rien que de très naturel à supposer que les forces soulevantes finissent par élever les roches primitives au-dessus de la surface générale du sol. Souvent aussi une île isolée, telle que Juan-Fernandez, se trouve sur le prolongement de la côte d'un grand continent.

Dans les archipels volcaniques, il n'y a en général qu'un seul cratère en activité, et encore l'est-il temporairement; et quand on considère la masse des matières éruptives et l'état de dégradation de celles qui sont exposées à l'action de la mer, on ne peut que leur supposer une haute antiquité. Les dykes nombreux dont elles sont traversées prouvent qu'au moment de l'éruption ces îles ne se trouvaient pas au même niveau qu'elles ont actuellement, conclusion qui est complètement d'accord avec les principes établis par M. Élie de Beaumont. Dans son ouvrage sur les îles madréporiques, M. Darwin a montré la connexion qui existe entre les éruptions volcaniques et le soulèvement des côtes. Enfin, des éruptions ont eu lieu, depuis les temps historiques, dans un même archipel, sur plusieurs des lignes parallèles suivant lesquelles les cratères sont disposés. Ainsi, dans les Canaries, Ténériffe et Lancerotte; dans les Açores, Pico S.-Jorge et Terceira, ont été simultanément en ignition : l'on peut conclure que dans une chaîne de montagnes, deux ou plusieurs chaînons parallèles ont pu être soulevés pendant la même période géologique. M.

Remarques sur les anthracites des Alpes, par Alph. Favre.
(*Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. IX.)

La détermination de l'âge des anthracites dans les Alpes est d'une grande importance, car elle se rattache à trois autres questions : 1° à celle de l'existence même du terrain houiller dans les Alpes ; 2° à savoir si les Bélemnites peuvent se trouver dans les couches inférieures du lias ; 3° à l'hypothèse du métamorphisme, puisqu'on a trouvé un passage entre les schistes à empreintes végétales et les schistes talqueux, qui passent eux-mêmes à des roches plus cristallines. Trois opinions sont en présence : la première place les anthracites dans le lias, et admet que les végétaux qui leur ont donné naissance ont été transportés par un courant de la mer jurassique. Dans cette hypothèse, l'importance des végétaux fossiles comme caractéristiques des terrains deviendrait presque nulle, puisqu'ils seraient considérés comme des espèces de dépôts erratiques, sans liaison avec les roches entre lesquelles ils sont intercalés. Les végétaux de l'époque houillère, intimement liés aux anthracites de Petit-Cœur, en Tarentaise, étant intercalés entre des schistes argilo-calcaires contenant des Bélemnites à leur partie inférieure, il faut, si l'on considère ces végétaux fossiles comme appartenant à ces terrains, admettre en même temps que les Bélemnites ne caractérisent pas le lias d'une manière absolue. Aussi M. Gras n'a-t-il point hésité à rapporter au terrain houiller le gneiss, les schistes talqueux et toutes les roches cristallines, le plus souvent talqueuses, qu'on a considérées comme primitives dans les Alpes.

M. Favre n'admet aucune de ces hypothèses ; la position singulière de ces anthracites s'explique, d'après lui, en supposant un plissement de couches déposées d'abord horizontalement. Il analyse sous ce point de vue la coupe du terrain de la mine du Rocher-Blanc, aux environs de La Mure, et fait voir que le lias, en apparence horizontal, est en réalité plissé de manière à présenter une concavité supérieure. Une autre coup de la route de Bourg-d'Oisans à la Grave, où le grès à anthracites et les schistes argileux à empreintes végétales sont intercalés entre des schistes talqueux et cristallins inférieurs au lias, s'explique par le plissement des couches horizontales, se succédant de haut en bas dans l'ordre suivant : lias, grès à anthracites, schistes argileux à empreintes végétales, schistes argilo-talqueux, schistes talqueux,

gneiss ou schistes cristallins. Cette explication, présentée déjà par quelques membres de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Grenoble, en l'absence et à l'insu de M. Favre, trouve une confirmation dans l'aspect tourmenté de toutes les montagnes qui environnent le cirque de la Bérarde, sur lequel M. Élie de Beaumont a depuis longtemps attiré l'attention des géologues. Dans certains cas il ne suffit donc pas, pour déterminer l'âge d'une couche, de la trouver enfermée entre deux autres d'un âge déjà connu, même lorsqu'elle est en stratification concordante avec elles. Telle est l'importante conséquence à laquelle conduit le Mémoire de M. Favre, conséquence que d'autres faits pouvaient déjà faire entrevoir quoiqu'elle n'ait point été énoncée d'une manière aussi positive. M.

Ueber Granit und Gneuss, vorzüglich in Hinsicht der äusseren Form mit welcher diese Gebirgsarten auf der Erdoberfläche erscheinen. Eine in der Academie der Wissenschaften am 15^{ten} December 1842 gelesene Abhandlung. Du Granite et du Gneiss considérés sous le rapport de leurs formes extérieures; Mémoire lu à l'Académie de Berlin, le 15 décembre 1842, par Léopold de Buch.

Le Brocken, vu d'Elbingerode ou de la route qui mène de Halberstadt à Brunswick, apparaît sous la forme d'une coupole, d'un dôme ou d'une calotte sphérique parfaitement régulière; toute la surface de cette montagne est parsemée de blocs de granite. Le Ramberg, l'acolyte du Brocken, est dans le même cas, et les blocs qui le recouvrent sont célèbres par la légende des Moulins du Diable. Sur le Casque (*die Sturmhaube*), en Silésie, dans l'Odenwald, dans la Forêt-Noire, ces agglomérations ont reçu le nom de *mers de rochers*, et sur le Parnasse celle de *Daimonaton*. Les formes ellipsoïdes des parties culminantes du granite, et la séparation de leur surface supérieure en des milliers de blocs séparés, paraissent être un phénomène général sur toute la surface du globe. Il est donc naturel de supposer que cette roche a apparu sous la forme de bulles gigantesques qui ont surgi à l'état semi-fluide. Les couches soulevées par le granite sont rejetées de côté, comme les schistes argileux qui entourent le Brocken, ou forment une espèce de coiffe au-dessus de la bulle du granite,

comme le gneiss au-dessus du bel ellipsoïde granitique qui s'élève entre Carlsbad et Marienbad, en Bohême.

Quand on examine de plus près les blocs qui recouvrent le Brocken, on reconnaît que leurs angles et leurs arêtes se correspondent, et qu'il est impossible de ne pas les considérer comme les parties séparées d'un seul tout; de plus, leur composition est identique à celle de la roche sous-jacente. Ces blocs ont donc pour origine le retrait par refroidissement de l'écaille la plus superficielle, et par conséquent la plus distendue, du dôme granitique. On reconnaît bientôt, sur des coupes de moindre dimension, qu'elles se composent d'écailles superposées à un noyau presque conique; la courbure de ces écailles va en augmentant de la circonférence au centre, et cette inclinaison variée des couches les distingue très bien de celles de sédiment. Souvent les dômes granitiques ne sont pas isolés, mais forment des groupes; tels sont ceux que l'on observe aux environs du Brocken, dans le Riesengebirge et même dans l'Inde, où un officier anglais (*Asiat. Journ.*, mai 1842) en a observé et dessiné sur le plateau de Mysore. Grégoire Watt, ayant fondu 300 kilogrammes de basalte, le vit prendre une forme sphéroïdale, et se séparer par le refroidissement en un certain nombre de couches concentriques. Quand les Indiens veulent exploiter les dômes granitiques dont nous parlons, ils allument du feu à leur surface, et ces dômes se séparent en écailles plus ou moins minces, suivant l'intensité de la chaleur.

En Finlande, tout le pays est parsemé de ces dômes granitiques; ils ont soulevé le gneiss, qui n'est qu'un schiste silurien métamorphosé par l'injection du granite et des gaz ou autres principes minéralisateurs qui l'accompagnaient; car partout où ces schistes ne sont pas soulevés par le granite, on reconnaît clairement qu'ils appartiennent aux roches de transition: telles sont les couches qui s'étendent uniformément en strates horizontales et parallèles sur toute l'Esthonie, jusqu'à Pétersbourg. Elles se rattachent naturellement au vieux grès rouge et au calcaire carbonifère, et au nouveau grès rouge, qui vont jusqu'à l'Oural et les bords de la mer Noire. Si l'on considère la grande dépression de la Suède méridionale, occupée par les lacs Wennern, Western, Roxen, Hjelmars et Maelar, comme un prolongement du golfe de Finlande, on ne sera pas surpris de retrouver çà et là des schistes siluriens qui ont échappé à l'action métamorphique du granite. Ces schistes n'existent plus au nord de la grande dépression dont nous parlons, excepté dans la partie septentrionale

de la Dalécarlie, où on doit les considérer comme le prolongement du golfe de Christiania. C'est dans cette même dépression et sur le prolongement du golfe de Finlande que se trouvent les célèbres montagnes de transition couronnées de sommets de trapp qui occupent depuis longtemps les géologues. Là, les couches de schistes et de calcaire renferment les mêmes fossiles qu'aux environs de Reval et de Pétersbourg, savoir : *Asaphus expansus*, *Ilænus crassicauda*, *Terebratula sphaera*, *Orthis calligramma* et *O. callactis*, ainsi que des Sphéronites et des Orthocératites.

Il est peu d'endroits où l'action du granite sur le gneiss soit plus évidente que dans le voisinage des villes de Stockholm et de Gothenbourg. Dans les rues mêmes de la première de ces villes, la *Stora Glasbrucksgata* par exemple, on voit près de l'église de Sainte-Catherine des rochers qui se composent d'écailles concentriques, traversées par des filons de granite qui ne se correspondent pas d'une écaille à l'autre, ce qui prouve clairement que ces écailles ont glissé l'une sur l'autre. On comprend aussi que ces écailles enchevauchant l'une sur l'autre doivent se polir réciproquement, comme on le voit sur toutes les surfaces de glissement. Cette action ne saurait être attribuée à des agents extérieurs, tels que la glace ou des blocs erratiques; car les écailles intérieures sont aussi bien polies que l'écaille superficielle, comme on peut s'en assurer sur les rochers appelés *Hvita Backen*. Dans quelques rues de Stockholm, *Bondagata* et *Tjaerabrugsgata*, par exemple, la surface unie de ces écailles forme même un pavé naturel. Ces apparences se voient aussi très bien dans les rochers et les carrières du bois de Carlsberg.

Dans les environs de Gothenbourg et ceux de Stockholm, on voit, de la manière la plus évidente, comment l'ogliclase a soulevé et pénétré le gneiss. On s'en assure surtout à la colline de *Ottahaelabaken* et à la carrière d'Yterby, près de Stockholm. Les collines suédoises présentent souvent un côté vertical et un autre arrondi; cela tient à ce que l'ellipsoïde de granite a été rompu, et que l'un des côtés est formé par les têtes des couches, l'autre par leurs faces arrondies. M. de Buch a retrouvé ces formes arrondies à la Handeck, sur la route de la Grimsel, en Suisse. Près du Baechli-Thal, on aperçoit le noyau d'un ellipsoïde granitique. Il en conclut que M. Agassiz a eu tort d'attribuer à l'action d'anciens glaciers le poli de ces roches. L'argument serait victorieux si la forme arrondie était la seule preuve de l'action nivelante du glacier qui descendait autrefois de la Grimsel et remplissait toute la vallée du Hasli; mais l'existence

de ce glacier repose sur un ensemble de preuves dont le poli des rochers de la Handeck n'est pas la plus forte. Admettons, ce qui est possible, que ces formes montonnées soient celles de la roche; il resterait encore à expliquer, sans recourir à l'action d'un glacier, 1^o les stries, *toutes parallèles à l'axe de la vallée*, qui couvrent ces roches quelle que soit leur forme, et que l'on retrouve également sur la surface presque plane de la *Hel-lenplatte*, et sur les petites coupoles voisines du chalet de la Handeck; 2^o les coups de gouges, *parallèles aussi à l'axe de la vallée*, que l'on remarque sur les parois *verticales* des rochers qui s'élèvent au-dessus de la rive droite de l'Aar; 3^o la présence, dans toute la vallée, de blocs erratiques dont la composition et l'aspect sont ceux des roches qui dominent actuellement les glaciers de l'Aar. Il en est de même en Suède. Comment expliquer par le frottement des écailles l'orientation constante des stries qui sont toujours perpendiculaires à la ligne de faite de la grande chaîne, ainsi qu'on peut le voir sur une carte de la presqu'île scandinave qui fait partie de l'atlas des voyages de la commission du Nord? Les formes arrondies que présentent d'autres roches sont dues à l'action d'anciens glaciers: ainsi, dans la vallée de Chamounix, en face du village des Ouches, on voit trois monticules arrondis en amont, coupés à pic en aval. Ils sont formés de schistes talqueux et argileux, inclinés de 45°, et venant affleurer à la surface, sur toute la partie convexe des monticules, qui est sillonnée de stries *parallèles* à l'axe de la vallée et formant un angle de 45° environ avec le plan des couches schisteuses. Ces monticules sont en outre chargés de blocs gigantesques de protogyne. Les mêmes apparences se retrouvent dans le val de Montjoie. Près du hameau de Nant-Bourant on observe des coupoles tout-à-fait semblables, pour la forme, à celles de la Handeck. Elles sont composées de couches inclinées de 60°, qui viennent affleurer comme les écailles d'un poisson sur toute la surface convexe. Là aussi, des cannelures et des stries faisant des angles plus ou moins ouverts avec le plan des couches et des blocs erratiques anguleux prouvent que c'est à l'action des glaciers voisins de Tré-la-Tête que sont dues ces apparences. Le rédacteur de cette analyse avait déjà observé en 1841 les écailles qui font le sujet du Mémoire de M. de Buch, à l'ouverture inférieure du tunnel qui conduit du Pont-du-Diable à la vallée d'Urseren, sur le Saint-Gothard. Comme lui, il a été frappé du poli de la surface de ces écailles; mais il n'y a point aperçu les stries caractéristiques de l'action des glaciers, il n'y a vu que des traces d'impressions. M. de Buch, dans ce beau

Mémoire, rempli de grandes vues et écrit d'un style qu'on ne se lasse pas d'admirer, ouvre un nouveau champ à l'observation des géologues qui s'occupent des modifications de surface imprimées aux roches par les dernières révolutions du globe, en montrant qu'il faut soigneusement distinguer la forme sous laquelle la roche a surgi à la surface de l'écorce terrestre, de celles qui ont pu lui être imprimées par des agents postérieurs. M.

Traité élémentaire de paléontologie ou Histoire naturelle des animaux fossiles ; par F.-J. Pictet.

La Société a reçu le premier volume de cet important ouvrage. Il comprend les Mammifères et les Oiseaux. Dans son introduction, l'auteur établit quatre lois : 1° Les espèces d'animaux d'une époque géologique n'ont vécu ni avant ni après cette époque, de sorte que chaque formation a ses fossiles spéciaux, et qu'aucune espèce ne peut être trouvée dans deux terrains d'âge différent. 2° Les différences qui existent entre les faunes perdues et les animaux actuels sont d'autant plus grandes que ces faunes sont plus anciennes. 3° La comparaison des faunes de diverses époques montre que la température a varié à la surface de la terre. 4° Les espèces qui ont vécu dans les époques anciennes ont eu une distribution géographique plus étendue que celles qui existent de nos jours. 5° Les faunes des terrains les plus anciens sont composées d'animaux d'une organisation plus imparfaite, et le degré de perfection s'élève à mesure qu'on s'approche des époques les plus récentes.

L'auteur pense que la première loi se confirmera tous les jours davantage à mesure que la paléontologie spécifique fera de plus grands progrès. Quand on a cru trouver des fossiles communs à plusieurs formations, c'est qu'on ne les avait pas examinés avec soin, afin de saisir tous leurs caractères distinctifs. Déjà maintenant, dit-il, dans l'époque secondaire, tout le monde reconnaît que les fossiles des terrains triasique, jurassique et crétacé sont complètement différents. Dans le terrain crétacé, aucun des fossiles que renferment les étages néocomien, albien et de la craie blanche ne se retrouve à la fois dans deux d'entre eux. M. d'Orbigny va encore plus loin, puisqu'il n'a retrouvé aucune espèce commune aux terrains dans lesquels il subdivise ces

étages, savoir : aux terrains turonien et sénonien pour la craie blanche, néocomien et aptien pour l'étage néocomien. M. Pictet fait remarquer ensuite combien il est souvent difficile d'affirmer si l'on a sous les yeux une ou plusieurs espèces, non seulement en conchyliologie, mais encore en mammalogie fossile. Ainsi, les Lièvres actuellement vivants ont des squelettes tellement identiques, qu'on ne saurait trouver de caractères distinctifs des espèces par la seule étude des os. Si donc on trouve un Lièvre fossile, et surtout si on ne trouve que des fragments, on ne saura si on doit le rapporter à une seule ou à plusieurs espèces.

La seconde loi, savoir : que les faunes perdues diffèrent d'autant plus de la faune actuelle qu'elles sont plus anciennes, est presque généralement admise. Les coquilles tertiaires appartiennent à des genres actuellement vivants. On remarque aussi que les formes animales sont d'autant plus constantes qu'elles appartiennent à des faunes plus anciennes. Ainsi les Mollusques n'ont presque plus changé de forme depuis la fin de l'époque crétacée. Les Mammifères de cette époque, au contraire, n'ont aucune analogie avec ceux qui vivent actuellement; en effet, les *Anoplotherium*, les *Anthracotherium* et les *Palæotherium* sont des types perdus; c'est seulement dans les terrains tertiaires les plus récents et à l'époque diluvienne que l'on retrouve des Mammifères dont la majeure partie peut se rapporter aux genres actuels. Cette règle, vraie en général, ne l'est plus si on veut l'appliquer aux espèces en particulier: ainsi, dans les mêmes terrains, on retrouve, avec les types perdus des Lituïtes et des Orthocératites, des Nautilites qui ne diffèrent pas beaucoup des espèces actuelles. Avec les Spirifères et les Productus vivaient dans ces mêmes mers des Térébratules qui ont des formes très analogues à celles de tous les terrains subséquents et de l'époque actuelle. La même chose a lieu pour l'époque tertiaire; car ces mêmes terrains qui ont fourni des genres perdus, remarquables dans l'ordre des Pachydermes, présentent aussi quelques chauves-souris et quelques petits carnassiers qu'on ne distingue qu'avec peine des espèces qui vivent de nos jours.

Il y a longtemps que les géologues ont été étonnés de rencontrer sous certaines latitudes des animaux et des plantes fossiles qui maintenant ne peuvent exister que sous des climats très différents; mais rien n'annonce qu'il y ait eu un abaissement uniforme de la température. La faune des terrains jurassiques et crétacés semble indiquer une température très rapprochée de

celle dont nous jouissons actuellement. Il y a plus : certaines coquilles, dans les dépôts récents de la Sicile, n'ont plus d'analogues que dans les mer du Nord, et les terrains erratiques de l'Écosse ont des fossiles dont l'ensemble ne peut être comparé qu'aux faunes de l'Islande ou du Groënland.

On a admis longtemps que le degré de perfection des organismes animaux s'élevait à mesure qu'on s'approche des époques les plus récentes ; mais les progrès de la science ne permettent plus de formuler cette loi d'une manière aussi absolue. Née sous l'empire des préoccupations théologiques, elle a dû céder bientôt au nombre et à l'autorité des faits positifs. En effet, quand on émet cette proposition, on suppose implicitement l'existence d'une échelle des êtres dont les inférieurs, placés en bas de l'échelle, sont moins parfaits que les supérieurs ; mais il est évident, pour tout esprit non prévenu, qu'il existe dans le règne animal un certain nombre de types dont chacun offre un genre de perfection différent. Les affinités de ces types sont si complexes, que les trois dimensions de l'espace ne suffisent pas pour les exprimer, et, par conséquent, une série linéaire n'en est que l'indication la plus grossière et la plus élémentaire ; car dans l'ordre linéaire, chaque genre d'animaux ne touche qu'à deux genres, celui qui le précède ou celui qui le suit immédiatement dans la série. Si l'on examine les faunes fossiles avec l'idée de la perfection des types, on est conduit aux considérations suivantes. Dans les terrains les plus anciens on trouve des Gastéropodes et des Céphalopodes, qui sont les représentants les plus parfaits du type des Mollusques, et, parmi les vertébrés, les Poissons, qui sont les vertébrés les plus élevés de cette période de la création zoologique. Dans la faune jurassique, les Poissons, les Mollusques, les Articulés et les Rayonnés ne sont pas plus parfaits ; mais les vertébrés sont représentés par des reptiles et des didelphes, et elle se distingue de la nôtre en ce qu'elle n'a point encore de Mammifères monodelphes. On reconnaît donc que ni les rayonnés, ni les articulés, ni les mollusques, ni les poissons, ne se sont perfectionnés dans les âges géologiques, et que dès leur première apparition les espèces appartenant à ces classes ont eu le même degré de perfection que celles qui vivent de nos jours. Il est par conséquent faux de prétendre que les premières faunes ont été généralement composées d'animaux plus imparfaits que les faunes récentes. Il faut se borner à dire que le terme supérieur de l'organisation s'est élevé avec la série des temps géologiques. Dans les terrains les plus anciens, les poissons ont été la limite supérieure de perfec-

tion; dans les époques suivantes, ce sont les reptiles, puis enfin les mammifères dans les périodes les plus récentes. Conclure de la présence d'un mammifère rapproché de l'homme pour considérer une création comme plus parfaite que l'autre, ce serait dire, quand il s'agit des faunes actuelles, que celle de l'Asie est supérieure à celle de tous les autres continents, puisqu'elle renferme l'Orang-Outang, et que celle de la Nouvelle-Hollande est la dernière de toutes, parce que tous ses mammifères sont didelpes.

On peut réduire à trois les explications qui ont été données de la succession de ces faunes différentes. La première admet des cataclysmes partiels qui ont détruit une partie de la faune vivante, puis les terrains mis à sec ont été repeuplés par les animaux des pays voisins; la seconde suppose la transformation graduelle des espèces; la troisième admet des créations successives: c'est celle que l'auteur considère comme le plus en harmonie avec les faits connus de la paléontologie.

Le premier volume de M. Pictet contient l'énumération de toutes les espèces de mammifères et d'oiseaux fossiles qui ont été décrites jusqu'ici. On connaît déjà six espèces de singes appartenant aux genres *Pithecus*, *Macacus*, *Semnopithecus*, *Cebus*, *Calithrix* et *Protopithecus*. Nous ne saurions suivre l'auteur dans cette partie de son ouvrage, qui est un excellent manuel pour tous ceux qui s'occupent de l'étude des mammifères et des oiseaux antédiluviens. M.

Géognosie de la Catalogne et d'une partie de l'Aragon;
par D. Amalio Maestre, ingénieur de 2^e classe.

Le versant espagnol des Pyrénées présente, au-dessus des terrains primitifs, les terrains de transition représentés par le groupe de la grauwacke, le terrain houiller avec ses roches accessoires, les terrains jurassiques très restreints et crétacés très développés, plongeant sous les terrains tertiaires.

Le granite, noyau de la chaîne, paraît rarement au jour dans la partie espagnole. Il affleure dans la partie supérieure des vallées de Bielsa, Gistau, Benasque, Aran, au pic de la Maladetta, au midi de Bonaigue, et ne reparait ensuite qu'aux caps Corfeo et de Greux, où la chaîne plonge dans la Méditerranée. Il reparait au pied de quelques ramifications de la chaîne prin-

cipale , sur le littoral près de l'Abisbal , aux montagnes d'Anglès entre Vich et Olot , aux montagnes de Montseñ , celles qui bordent le Llobregat , etc. Il présente toutes les variétés et les minéraux accidentels de ce genre de roches. C'est le granite qui est la principale roche soulevante et qui a imprimé son caractère à la grande chaîne des Pyrénées; d'autres dislocations partielles sont dues aux porphyres contemporains du terrain houiller , aux ophites des terrains crétacés , et aux basaltes , dont les éruptions contemporaines des terrains tertiaires se sont prolongées jusqu'à une époque très récente.

Au-dessus du granite on voit assez rarement , en Espagne , le gneiss passant au micaschiste par un leptinite qu'on observe au cap Creuz , au pic de Salvador. La direction générale des assises pour ces roches stratiformes est E.-S.-E. à O.-N.-O. ; leur inclinaison est différente sur les deux versants , mais elle est indépendante de leur pente. Elles sont moins bouleversées qu'en France. Souvent le quartz disparaît presque entièrement dans le micaschiste et est remplacé par des macles ; d'autres fois le mica diminue , la roche perd la schistosité et passe à un véritable hyalomicté. Il passe quelquefois au schiste talqueux et à un schiste argileux employé à la fabrication de l'alun. Le calcaire forme des couches subordonnées au gneiss et au micaschiste ; il est par conséquent aussi ancien. Il forme aussi des montagnes indépendantes assez considérables , dont l'âge ne peut être aussi bien fixé , et qui probablement doivent se rapporter au groupe de la grauwacke ; telles sont celles du cap Norféo. Ce calcaire doit sans doute à l'influence des roches ignées sa cristallinité et l'absence de tout fossile. Il ne conserve que de très faibles traces de stratification , et passe à la dolomie. Il fournit un marbre aussi beau que celui de Carrare.

A ces roches , qui représentent sans doute le système Cambrien , succède , par ordre de superposition , une immense formation de schistes argileux et de grauwackes , qui compose à peu près les deux tiers de la masse totale des Pyrénées. Il n'existe pas d'ordre constant de superposition entre ces diverses roches , dont les couches approchent souvent de la verticale , et qu'on peut suivre dans les vallées transversales sur 8 à 10 lieues de longueur. L'ordre le plus ordinaire est : 1° schiste argileux et ses variétés ; 2° calcaire ; 3° brèches calcaires et conglomérats ; 4° roches quartzeuses ; 5° grauwacke commune et schisteuse.

Le schiste argileux passe au schiste siliceux , au calcaire et à la grauwacke ; une variété s'emploie comme ardoisès , une autre

comme pierre à repasser ; une autre enfin est tellement abondante en talc ou mica qu'on la rapporterait au groupe précédent si elle n'alternait avec un calcaire très fossilifère. Les calcaires, moins communs que les schistes et plus rares qu'en France, sont ordinairement gris ou rougeâtre foncé avec des veines spathiques. Des couches voisines de la grauwacke, présentant une épaisseur variant de quelques pouces à 3 ou 4 pieds, fournissent un marbre très estimé. Il est très développé au cap Creuz. Les brèches sont composées de fragments anguleux soudés par un ciment de même nature. Les quartzites sont ordinairement subordonnés aux schistes argileux, comme on peut le voir au cap Creuz. La grauwacke est formée de fragments de granite, de quartz, etc., avec un ciment de schiste argileux. Elle alterne souvent avec ce schiste et avec quelques couches calcaires subordonnées. Ce terrain offre quelques traces d'anthracite, avec empreintes végétales, de l'ampélite, des schistes alumineux. Il est très abondant en gîtes métallifères peu exploités, sauf des fers hydratés, carbonatés, magnétiques et oligistes, qui offrent des couches assez puissantes subordonnées aux schistes argileux et au calcaire. Les principaux fossiles sont des nautilus (2 espèces), des térébratules, des orthocératites (*striatus*, *annulatus*, *lateralis*, *tenuis*, *giganteus*, jusqu'à 1^m,60 de long), des pecten, des cardium, des avicules, etc.

Sur le versant on trouve quelques gîtes de combustibles compris entre le terrain de transition et le terrain crétacé. Plusieurs géologues, et entre autres M. Lyell, les rapportent aux lignites de la craie. Il existe cependant un terrain houiller bien caractérisé à San-Juan de las Abaderas, sur la rivière du Ter, province de Girone. Il forme une bande étroite de 2 lieues de long, s'appuyant sur le terrain de transition. On y trouve d'abord un calcaire noir et des marnes de même couleur à nautilus, orthocères, etc., appartenant sans doute au terrain dévonien, accompagnés d'un porphyre quartzifère argileux ou feldspathique, affleurant dans la direction E.-O., et servant tantôt de toit, tantôt de mur au combustible, qui est accompagné de conglomérats feldspathiques, peu quartzeux, passant au grès, et de schistes argileux, avec nombreuses empreintes d'équisétacées, calamites, sigillaires, etc. La roche porphyrique a produit dans ce terrain des inclinaisons et directions très variables.

L'auteur ne cite aucun terrain jurassique. Au-dessus de ce terrain houiller, et partout ailleurs que le terrain de transition, s'étend en stratification discordante un grès quartzeux rougi par le peroxyde de fer, que M. Charpentier a décrit comme le New red

Sandstone des Anglais. Mais il s'en distingue par ses fossiles et sa composition minéralogique. L'auteur le rapporte en conséquence, ainsi que le calcaire qui le recouvre en stratification concordante, au groupe du grès vert. On y trouve plusieurs hippurites, les *Cyclotites ellipticus* et *hemisphericus*, le *Pecten quinquecostatus* et autres, la *Trigonia scabra*, plusieurs térébratules, dicérates et ostracées. Au-dessus de ces deux assises on trouve quelquefois un calcaire argileux ou marneux, bleu ou gris cendré, avec très peu de fossiles, mais presque toujours compacte, rarement subsaccharoïde, bitumineux, à veines spathiques, et plus habituellement un grès quartzeux passant au calcaire, l'un et l'autre pétris d'une telle quantité de nummulites qu'on pourrait les prendre pour un conglomérat composé de ces fossiles. L'auteur désigne enfin, comme dernier terme de la formation crétacée, une immense assise d'un conglomérat composé de cailloux roulés des roches antérieures, surtout calcaires, à ciment de même nature, sans aucun fossile (1). Ce terrain s'élève dans les Pyrénées jusqu'à de hautes cimes, entre autres celle du Mont-Perdu, d'où il descend sur les deux versants français et espagnol. Toutes les chaînes secondaires qui se rattachent aux Pyrénées et leur servent de contre-forts, telles que celles de Guara (Huesca), Torruelo (Lampurdan), Monsech (Lerida); celles qui descendent vers Figuières; celles de Berga, où se trouve la fameuse saline de Cardonne; celles même de Pontons, Prades, Tortose et du Maestrazgo, qui s'étendent dans le royaume de Valence, présentent la formation crétacée, au moins à leur partie supérieure. Elle plonge sous la formation tertiaire marine (mollasse) qui comprend toutes les plaines du littoral, et sous celle d'eau douce qui forme toutes celles de l'intérieur. Elle a été affectée par des roches éruptives. Ce sont des pyroxènes augites en masses grano-lamellaires, se cliquant en prismes rhomboïdaux obliques, aux angles de 88° et 92°;

(1) L'auteur, dans une note, prévient que quelques géologues, détachant le terrain à Nummulites du groupe crétacé, en font un terrain intermédiaire, sous le nom d'*épicrotacé*. De puissantes autorités, entre autres MM. Deshayes et d'Archiac, le regardent comme tertiaire. Dans notre opinion personnelle, il serait dans le Midi l'équivalent du calcaire grossier parisien et de l'argile de Londres. Dans tous les cas, il nous paraît certain que le conglomérat qui lui est supérieur doit appartenir au terrain tertiaire, période éocène. Les conglomérats et terrains détritiques ne peuvent être que le résultat d'un cataclysme, et ne se trouver par conséquent qu'à la base, et jamais au sommet, d'une des grandes divisions géologiques.

des diorites , perçant les granites , les calcaires et surtout les micaschistes ; quelquefois des porphyres argileux de couleurs claires et rosées avec grains de quartz hyalin ; enfin des ophites toujours associés au gypse et au sel gemme , qui forment des collines ordinairement coniques à l'issue des vallées , à l'extrémité du versant.

Le conglomérat forme la cime de la hauteur nommée Capsicosta , près d'Olot ; les couches , dirigées 8 h. 1/4 de la boussole des mineurs , plongent au S. de 65° à 70° sous la plaine de Viana , dont le sol est un terrain de transport. Là , vers le ruisseau de Ridaura , commence un terrain volcanique , couvrant 20 lieues carrées , d'Argelaguer à l'E. à S.-Felix de Peyrols à l'O. et Amer au S. Ce sont des basaltes à cristaux d'olivine , et des zéolithes , en masses ou en prismes , se réduisant en boules par la décomposition , accompagnées de scories ponceuses , de pouzzolanes , avec des cristaux de tourmalines , quelquefois recouvertes par des concrétions calcaires. Les points les plus remarquables sont les montagnes de la Cruz et de Ste-Marguerite del Cot , à une lieue S.-E. d'Olot , qui paraissent avoir été des points d'éruption. Il y a un assez grand nombre de cratères bien évidents. L'auteur place les premières éruptions à la fin de la période crétacée , telle qu'il la présente (probablement donc à l'origine de la période miocène) ; elles se sont continuées jusqu'aux temps modernes. En 1421 , *trois bouches de feu* , selon l'expression des archives d'Olot , s'ouvrirent dans le bois de la Tosca , au S. d'Olot , et deux près d'Amer , qui fut presque entièrement détruit. Ce fait a été constaté par Marianna (*Histoire d'Espagne*).

Près de Girone , ce terrain volcanique recouvre le calcaire à Nummulites et des masses de la même formation. La ville de Girone est bâtie sur ce calcaire , qui forme aussi toute la plaine de Viels à l'O. d'Olot. On le retrouve dans le haut Aragon , près de Graus , au confluent de l'Esera. Sur la route de Girone en France est la plaine de Bagnoles , d'environ 2 lieues de diamètre , dont le sol est un calcaire lacustre caverneux et tendre , à empreintes de dicotylédons ; à l'O. est encore un lac très profond , d'une lieue de tour , sans issue. Auprès est une fente d'où se dégage de l'hydrogène sulfuré chaud. Ce terrain a éprouvé des changements de niveau de 8 vares (6^m,78) et plus , substituant subitement des escarpements à une surface plane.

Du mont Serrat , formé par le conglomérat crétacé superposé aux schistes maclifères , jusqu'aux falaises de la côte , aussi crétacées , toute la plaine et celle de Barcelone , où le mont Jouí ap-

partient au grès crétacé à Turritelles, est couverte d'un terrain de transport recouvrant les assises tertiaires.

Dans la province de Tarragone, le grès rouge et les autres assises crétacées se présentent dans le même ordre que dans les Pyrénées. Dans les montagnes de Prades, qui les limitent, et dont le noyau est granitique et de grauwacke, un porphyre feldspathique les a soulevées à 1200 vares de hauteur. Aux falaises du ruisseau Francoli, il y a des assises de gypse; près de Valls et Picamuxons des masses de sel gemme; puis un calcaire rougeâtre et un autre calcaire blanc ou bleu, terreux, et un autre calcaire blanc à Térébratules, Gryphées, Huîtres, Nautilus, formant toutes les hauteurs de cette province, du Maestrazgo, de la province de Teruel, en couches presque horizontales. Le terrain tertiaire y offre la coupe suivante de bas en haut : 1° argile rouge ou bleue, avec couches peu importantes de lignite de 2 à 3 vares de puissance; 2° calcaire grossier (mollasse) à Vénéricardes, Huîtres, Cônes, Peignes, Clypeâstres, etc., 10 à 12 vares, atteignant aux carrières de Tarragone 60 vares; les Cônes *deperditus* et *Noë* très caractéristiques; 3° un sable siliceux blanc, 2 à 3 vares; 4° un sable jaune, 2 à 3 vares; 5° un banc d'Huîtres, surtout l'*Ostrea gigantea*, dans une argile, 2 à 3 vares; 6° un calcaire à dents et palais de squales, 15 à 20 vares; 7° un sable calcaire passant à un conglomérat, 6 à 10 vares; 8° un terrain de transport plus ou moins agglutiné couvrant toute la plaine.

Au midi de la Seu d'Urgel est un terrain tertiaire lacustre avec Paludines, Lymnées, Planorbes, Hélix, Nérites, interrompu au Mont-Sec, se retrouvant à la conque de Tresp, atteignant à l'E. Igualada sur le revers du Mont-Serrat, formant toute la plaine de Cervera et de Tarragone, à l'O. de la chaîne de Prades et jusqu'à Huesca dans le haut Aragon. Dans la province de Barcelone, la partie inférieure offre des couches de lignite de bonne qualité; dans celles de Lérida et de Tarragone, la partie supérieure acquiert un grand développement et dépasse quelquefois 80 vares. Ce terrain offre de bas en haut un conglomérat de cailloux roulés, surtout crétacés, peu adhérents; des argiles plastiques rouges, des marnes siliceuses jaunes, des grès jaunes, des gypses souvent lamellaires, blancs ou rouges, des marnes grises ou jaunes, enfin des cailloux roulés superficiels. Près de Cervera et sur quelques autres points, les gypses sont imprégnés de sulfate de soude jusqu'à moitié de leur poids. Ce terrain, où quelquefois il y a des assises calcaires intercalées, forme aussi toute la vaste plaine de Saragosse.

En entrant dans la province de Teruel par le chemin de Valence, on quitte un calcaire crétacé de couleur obscure, plein de fossiles et surtout de Bélemnites, pour entrer dans un terrain de sédiment lacustre, de plus de 25 lieues carrées de superficie, limité au S. et à l'E. par les chaînes d'Ademuz et Coracem, au N. et à l'O. par celles de l'Albaracin, d'où coule le Guadalavivier, dont le lit, creusé entre deux rives escarpées, met au jour toute cette formation, laquelle se divise en quatre groupes distincts; le supérieur forme, au N.-O. de Teruel, les collines où se trouve le gisement d'os de mammifères de Concud, cité par Bowles. Ces débris se trouvent dans une terre alluviale qui présente les caractères d'un terrain desséché; ce sont surtout des bœufs, des chevaux, des hyènes? des mastodontes et un ruminant de grandes dimensions. Au-dessous de cette assise sont des gypses blancs ou rouges, compactes ou cristallins, sans aucun fossile, et plus bas une assise de 40 à 50 vares d'épaisseur, d'un gypse sablonneux, avec efflorescences de sulfate de soude et des cristaux d'un carbonate quadruple de chaux, magnésie, fer et manganèse, variété du Bitterspath ou de la Braunerite. Puis un calcaire friable avec Lymnées, Planorbes et autres fossiles bien conservés passant à un grès très calcaire et à un conglomérat sans fossiles. En descendant le Guadalavivier, on observe le second groupe: d'abord un calcaire siliceux à fossiles lacustres, puis un grès jaunâtre et un conglomérat en couches épaisses sans fossiles et un second calcaire pareil au premier. En allant de Libros aux mines de soufre, on trouve le troisième groupe: 1° calcaire siliceux, jaunâtre, dur, avec Planorbes, Paludines, etc.; 2° gypse compacte rouge; 3° calcaire siliceux avec les mêmes fossiles, rendu fétide par le soufre qu'il contient; 4° calcaire noir, dur, fétide; 5° gypse compacte blanc ou rouge; 6° calcaire blanc terreux (ces six couches, variant de puissance relative, ont ensemble plus de 80 vares); 7° marne gypseuse, bitumineuse, à cristaux de gypse et végétaux carbonisés, qui accompagne toujours le soufre et sert de guide aux mineurs; 8° gypse spéculaire, fibreux; 9° soufre, dont les masses les plus pures, disséminées dans le gypse, sont jaunes et contiennent jusqu'à plus de 95 p. 0/0; plus ordinairement ces masses sont verdâtres et donnent de 50 à 60. On y trouve des Paludines, Planorbes, Lymnées, avec leur têt, des Conifères et des plantes aquatiques conservant leurs formes; tous ces fossiles sont convertis en soufre. Il y a jusqu'à sept alternances de soufre et de marnes; leur plus grande puissance est vers le N. à Zanillos et Ste-Anne de Herrero. Au S., vers Celtibera, ce sont des couches

de silex pyromaques contenant des nodules de soufre ; 10° marnes gypseuses, bitumineuses, gris clair ; 11° calcaires à fossiles lacustres. Toutes ces couches présentent une inclinaison générale de 6° à l'E. Le 4° groupe se compose de grès et calcaires sans fossiles, de marnes bleues avec lignite de médiocre qualité, enfin de grès passant à un conglomérat qui repose sur les assises crétacées, qui contiennent sans doute des minerais de fer pisolithique ; car on y a trouvé, dans le ruisseau de Deva, un bloc de ce minéral, en grains brillants, avec deux exemplaires du *Belemnites mucronatus* bien conservés. (*Ann. des mines d'Espagne*, t. III, 1845.) W.

Des formations tertiaires du centre de l'Espagne ; des anciennes digues du bassin du Douro ; par D. J. Esquerra di Bayo.

La géognosie de l'Espagne est encore très peu connue. D. Esquerra di Bayo a observé, dans les vallées où coulent les fleuves qui l'arrosent, de vastes plaines dont le sol, par les fossiles lacustres qu'on y rencontre à de grandes profondeurs, indique l'existence de grands lacs pendant la période tertiaire ; et comme ces terrains ne portent l'empreinte d'aucune dislocation, que les fossiles *Lymnea socialis*, *Planorbis carinata*, *Paludina impura*, existent encore dans les eaux stagnantes du pays, D. Esquerra pense que ces terrains doivent être classés dans la période tertiaire la plus récente, étage pliocène.

Ces terrains forment trois groupes distincts : le supérieur, principalement calcaire ; le moyen, marneux et gypseux ; l'inférieur, argileux, avec des assises d'un conglomérat de cailloux roulés auquel l'auteur donne le nom usité en Suisse de Nagelfluhe.

Le bassin tertiaire du Douro, qui s'appuie au nord sur le versant méridional des Pyrénées cantabriques, vers Saldanha, s'étend au midi jusqu'à Mingoria, sur plus de 40 lieues de longueur. Sa limite ouest est une ligne presque droite passant à Benavente, Zamora et Salamanque ; à l'E. de Reynosa elle s'approche de Burgos, continue par une ligne onduleuse à Sepulveda, et se dirige au S.-O. jusqu'à Mingoria, passant près de Ségovie et suivant le versant de la chaîne de Guadarrama. Les cours d'eau y ont creusé des vallées étroites, dont la profondeur atteint 500 pieds. L'étage supérieur a environ 50 à 60 pieds. Les assises calcaires, qui ont 3 à 4 pieds de puissance, offrent quelques alternances de grès, de marnes et d'argiles ; près d'Arevalo il devient

siliceux, et passe même au silex, quelquefois semi-opalin et calcédonieux, comme à Vicalvano et à Vallecás dans le bassin du Tage. Le groupe moyen a plus de 200 pieds de puissance. Les couches sont généralement marneuses, et contiennent en abondance de beaux cristaux de gypse. A la base est une assise de 3 pieds de puissance de calcaire lacustre tendre. Le groupe inférieur, dont les excavations n'ont point encore atteint le fond, commence par une assise de Nagelfluhe de 15 à 16 pieds de puissance, quelquefois assez fortement aggloméré, puis des couches d'argile alternant çà et là avec des grès, des marnes, et même de nouvelles assises de Nagelfluhe, à cailloux plus petits indiquant plusieurs affluents, et dans lesquels, près de Paredès, on a trouvé des ossements de grand pachydermes, un fémur et une mâchoire du *Mastodon angustidens*.

Dans un second mémoire, l'auteur parle de terrains de transport formant comme des digues, et masquant le contact de la formation tertiaire avec les terrains antérieurs. Au nord, il forme un coteau de plus de 10 lieues de l'E. à l'O. et de 2 lieues de large du N. au S., au pied du versant méridional de la chaîne cantabrique. Il y en a de pareils au débouché des vallées de la chaîne de Guadarrama. En remontant les vallées on trouve partout ce dépôt, dont les roches sont en place vers leur origine, et la grosseur des débris augmente à mesure qu'on en approche. La digue du nord est remarquable par l'égalité des cailloux qui la composent; leur grand diamètre est toujours de 3 à 4 pouces.

Le bassin tertiaire de l'Èbre présente exactement la même composition. Les couches gypseuses sont souvent rougies par le peroxyde de fer, et à la base du groupe moyen on trouve des couches de sel. Tandis que le bassin tertiaire du Douro semble annoncer l'existence d'un seul lac immense, il paraît qu'il y en avait plusieurs successivement échelonnés dans la vallée de l'Èbre.

Le bassin tertiaire du Tage se rapproche davantage de celui du Douro. Le calcaire siliceux supérieur couvre la plaine de Torrica, les territoires de Madrid, Alcalá, Guadalaxara, Colmenos, et outre les fossiles déjà cités contient des Hélices. L'étage marno-gypseux, qui affleure dans les vallées, offre une cristallisation du gypse qui diffère de celle de l'Èbre et de celle du Douro. Le Nagelfluhe est rarement à découvert. Près de Tolède, on y trouve des restes d'éléphants et de mastodontes.

Le bassin du Guadiana diffère des précédents en ce que les cours d'eau qui le sillonnent n'y ont point creusé de vallées, en

sorte qu'on ne peut y observer que l'étage supérieur. Le phénomène des *ojos di Guadiana* est répété en petit sur un grand nombre de points, ce qui est dû sans doute à quelques couches de tuf calcaire qui retiennent à une faible profondeur les eaux filtrantes. Ces couches affleurent sur les deux flancs de la Sierra d'Alcaraz. Ce lac, compris entre les chaînes de Tolède au N. et de la Sierra Morena au S.-E., était moins étendu que les précédents. Sa superficie était encore réduite par la présence de quelques îles; telle est celle que formaient les coteaux de Valdipenas à Santa-Crux. (*Ann. des mines d'Espagne*, tom. III, 1845.) (1)

Deux notices de M. Esquerra di Bayo sur les provinces de Palencia et de Zamora, insérées dans le *Bulletin officiel des mines*, Nos 11 et 12, ajoutent quelques détails sur la chaîne cantabrique qui limite au nord le bassin du Douro, où les terrains de transition et métamorphiques sur lesquels s'appuie la formation tertiaire lacustre ont été disloqués par les granites et les porphyres, et sur la chaîne granitique qui sépare l'Espagne du Portugal, dans laquelle le Douro s'est ouvert un lit profond et sinueux, tandis que son cours est assez direct dans le bassin tertiaire. La direction générale de cette chaîne ainsi que de la fissure où coule le Douro est assez exactement du N.-N.-E. au S.-S.-O. W.

Considérations géologiques sur le mont Salève; par Alphonse Favre. (*Mém. de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. X.)

Ce mémoire commence par l'énumération de tous les auteurs qui ont parlé du mont Salève, près de Genève, et le résumé de ce qu'ils en ont dit. L'auteur donne ensuite la topographie et l'hypsométrie de la montagne. Elle se compose de quatre parties séparées les unes des autres par des gorges ou de petites vallées; le point culminant de la première, appelé le petit Salève, est à 897 mètres au-dessus de la mer: celui de la seconde, appelée le grand Salève, à 1286; le plus élevé des pitons de la chaîne du même nom est à 1383 mètres. La quatrième enfin, qui n'a pas de nom particulier, est comprise entre les ruisseaux du Fier et des Usses. La base de la montagne appartient au terrain

(1) Nous devons cette analyse, ainsi que celle qui la précède, à l'obligeance de M. le M^{rs} DE ROYS, qui a bien voulu se charger pour nous de ce travail.

jurassique, qui forme la plus grande partie de sa masse. On y distingue des couches appartenant au groupe corallien, d'autres au groupe portlandien. Le premier se subdivise lui-même en calcaire corallien renfermant des Térébratules lisses et plissées, des Oursins et un grand nombre de Polypiers, et en oolithe corallienne renfermant un grand nombre de débris organiques, des Astrées, des Dicérates et des Nérinées. Le groupe portlandien contient des fossiles mal conservés, mais qui cependant ne permettent pas de méconnaître son existence. La formation néocomienne constitue la partie supérieure de la montagne ; on y retrouve l'étage inférieur et la première zone des rudistes. L'étage inférieur se divise en couches très variées offrant des passages les unes aux autres. Elles contiennent un grand nombre de fossiles caractéristiques, et entre autres l'*Holaster complanatus* et l'*Ammonites radiatus*, puis des Trigonies, des Exogyres, de Térébratules, des Peignes, etc. La première zone de rudistes (d'Orb.), calcaire à Hippurites (Studer), contient des Radiolites, des Dicérates, des Térébratules, etc. Il est à remarquer que cette formation s'arrête à la Raisse, lat. 46° 50' N., et que jamais on ne l'a trouvée plus au nord sous le même méridien, tandis qu'au sud elle prend une grande puissance. Le terrain sidérolithique, représenté par un grès blanc cristallin très pur, occupe plusieurs points du Salève, où il recouvre la zone des rudistes.

M. Favre décrit ensuite le terrain mollassique des environs de Genève, qui vient s'appuyer sur la montagne de Salève et forme les collines qui s'élèvent au-dessus du niveau général de la plaine. Le mémoire est terminé par l'examen du diluvium qui remplit les intervalles des collines mollassiques, et du terrain erratique qui recouvre le tout et forme la grande digue, appelée le Mont-Sion, qui sépare le bassin de Léman de celui du lac d'Annecy. Cette digue se compose de couches horizontales de mollasse, visibles un peu à l'est du village de Vers, recouvertes d'une accumulation énorme de débris erratiques. Dans ce dernier terrain on a trouvé, sur les bords du Rhône, deux défenses d'éléphant, près de Chambéry un fragment de bois de cerf fossile, et une dent de cheval près de Frontenex. L'auteur parle ensuite des blocs erratiques gigantesques qui recouvrent le flanc oriental du Salève et pénètrent dans la gorge où se trouve le village de Monetier, et de ces sillons et cavités conoïdes que Saussure attribuait à l'action d'un grand courant, et qui ne sont que le résultat des infiltrations aqueuses et de la gelée qui détache la roche calcaire par petites écailles. Cette action puissante des eaux sur le calcaire qui

compose le Salève a fait disparaître les roches polies par le glacier qui a charrié les blocs primitifs qui recouvrent la montagne. Ces roches polies n'existent que près de Mornex, sur le chemin de Monetier, et sur la rive droite des Usses, près du pont de la Caille.

A l'époque de la mer jurassique, la montagne de Salève n'existait pas encore; à la fin de cette période, lorsque la mer néocomienne remplaça l'océan jurassique, la montagne formait une colline sous-marine qui n'était pas émergée, car le dépôt de la première zone des rudistes correspond à cette époque. Mais à l'époque où les mollasses se déposaient, le sommet du Salève était une île habitée par les Pachydermes dont on trouve les débris à Mornex. Après le dépôt de la mollasse rouge, de la mollasse d'eau douce et des grès marins, les masses calcaires se soulevèrent, et avec elles les couches de mollasse qui sont redressées actuellement. Ce soulèvement correspond à celui des Alpes occidentales, et éloigna la mer de la chaîne des Alpes. Enfin, le terrain erratique vint recouvrir la vallée, niveler ses dépressions et lui imprimer sa configuration actuelle.

M.

Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland, herausgegeben von A. Erman. Berlin, 1841-1845.

Ce recueil, destiné à faire connaître sous le point de vue scientifique l'immense empire de Russie, est publié depuis 1841 par M. Erman, dont le voyage en Sibérie est également connu des géologues et des physiciens. Quatorze livraisons ont déjà paru. Elles contiennent un assez grand nombre de travaux géologiques. En premier lieu (1842, 3^e livraison), un grand travail de M. Erman sur la géologie du nord de l'Asie, intitulé :

Ueber die geognostischen Verhaeltnisse von Nord-Asien in Beziehung auf das Goldvorkommen in diesem Erdtheile. Ce travail, qui se continue dans les livraisons de l'année suivante, est accompagné d'une grande carte, en partie coloriée (1842, 4^e liv.), où le géologue peut voir d'un coup d'œil quelles sont les parties de cet immense pays qui restent encore à étudier, et combien est vaste le champ ouvert à l'investigation des voyageurs. La Russie asiatique offre les roches les plus variées : du granite, de la syénite, des gneiss, des schistes micacés, des cipolins, des grunsteins, des serpentines, des porphyres feldspathiques, des méla-phyres, du basalte, du trachyte, de l'andésite, des laves, des

gypses, des schistes argileux et de la grauwacke, du vieux grès rouge, du calcaire houiller, du grès houiller, du grès rouge; les formations jurassique et crétacée, des dépôts tertiaires et des alluvions aurifères. Il est vrai de dire que la carte de M. Erman comprend tous les pays situés du 40° au 75° lat. N. et du 50° au 165° longit. E. de Paris. Parmi ces formations, aucune ne paraît dominante; cependant les schistes argileux, la grauwacke, le grès houiller, occupent de grands espaces. Le même journal contient encore (1842, 4^e cahier) une note à laquelle la question litigieuse de l'ancienne extension des glaciers donne de l'importance. En voici la traduction littérale :

« *Stries diluviennes près d'Helsingfors.* Sur l'île de Salmen, située près d'Helsingfors, et qui se compose presque en entier de rochers granitiques *aplatis*, on a découvert une caverne située à trois mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle paraît avoir été formée par l'action simultanée de l'eau, du sable et des galets. Son ouverture a un mètre de diamètre, sa profondeur est de cinq mètres, et dans le fond elle est deux fois plus large qu'à l'entrée. Ses parois sont tout-à-fait lisses et symétriques. La caverne était pleine de sable et de galets granitiques, les uns sphériques, les autres seulement arrondis. Il est probable que c'est le même mouvement circulaire qui a creusé la grotte et arrondi les galets. Mais il est très remarquable que les stries, que l'on trouve si habituellement sur les roches de la Suède et de la Finlande, existent aussi sur ce point, et soient dirigées en travers de l'ouverture de la grotte, dans la direction du méridien, qui est leur orientation habituelle. »

« Cette description est contraire à celle que Boethling a donnée des marmites de géant situées dans le voisinage de Helsingfors. D'après lui, les stries et les cavités, dues à l'action de l'eau, se seraient formées simultanément, tandis que sur l'île de Salmen elles paraissent indépendantes les unes des autres. » M.

Gæa norvegica; publiée par M. Keilhau, à Christiania;
2^e livraison, in-folio, 1844.

M. Keilhau est le directeur, mais non le seul auteur de ce grand ouvrage. Cette livraison commence par un important travail sur l'*hypsométrie de la Norvège*, par M. A. Vise, ingénieur géographe. L'auteur a réuni toutes les hauteurs, soit géodésiques,

soit barométriques, qui ont été déterminées en Norvège; leur nombre est fort grand, surtout dans le sud du pays. Dans le nord, les cotes sont plus rares; néanmoins, quand toutes celles qui ont été déterminées par les membres de la commission du Nord qui ont visité le pays en 1838 et 1839 seront publiées, l'altitude de différents points de la chaîne scandinave sera suffisamment connue pour qu'on puisse en tirer toutes les conséquences que réclament la physique du globe et la géologie. Dès à présent, on peut considérer comme un supplément à l'ouvrage de M. Vise le nivellement barométrique à travers le plateau lapon, qui fait partie du voyage en Laponie. de la mer glaciale au golfe de Bothnie, par MM. Bravais et Martins (*Bibliothèque universelle de Genève*, juillet 1845).

La seconde partie de cette livraison se compose d'un grand et important mémoire, intitulé : *De la constitution géognostique de la Norvège* (*Ueber den Bau der Felsenmasse Norwegens*), par M. Keilhau. Ce mémoire, qui sera suivi d'une seconde partie, est accompagné d'une grande carte géologique, comprenant toutes les côtes occidentales de la Norvège, depuis le 66° 30' jusqu'au 71° de degré. Cette carte, au moyen de signes conventionnels fort simples, donne l'orientation et l'inclinaison des couches, les sommets remarquables, les courbes de niveau horizontales, et enfin ces stries superficielles que les uns attribuent aux glaciers, les autres à de grands courants. Dans son introduction, l'auteur s'occupe avec détail de la question du contact des roches et du métamorphisme, puis il passe à la description de différentes régions géologiques de la Norvège septentrionale. Il examine successivement la formation de gneiss primitif (*Urgneuss*) dans le Finmark oriental, les grès, les conglomérats, les schistes quartzeux et les schistes argileux de la même contrée, les schistes micacés et les quartz lamelleux qui les accompagnent dans le Finmark occidental. Dans une carte spéciale de l'île Mageroe, la plus septentrionale de l'Europe sous ce méridien, il fait voir qu'elle se compose de gneiss et de schistes micacés. La presque île de Helnæs est formée de granite et d'euphotide, dont M. de Buch a le premier signalé l'existence.

M. Keilhau s'occupe ensuite du district gneissique du Finmark occidental, et des formations quartzeuses, argilo-schisteuses, calcaires et dioritiques de la même contrée; puis il descend vers le sud, pour étudier les schistes micacés du Nordland et les formations d'euphotide et de grunstein du district de Tromsøe. Là s'arrête la description de M. Keilhau.

La livraison est complétée par un travail *sur le Norit et les filons de granite qui le traversent, dans l'île de Hitteroe*, par le docteur Scherer. M.

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES;

PAR M. DE WEGMANN. (1).

Allemagne.

M. Gutberlet a publié des *Observations sur les phonolithes et les trachytes du Rhoengebirge, et en particulier sur sa partie N.-O.* Il croit qu'on peut y distinguer un phonolithe ancien et un phonolithe trachytique récent, tandis qu'entre ces deux dépôts il y a eu des éruptions basaltiques, puisque certains basaltes et certains tufs sont pétris de débris de phonolithes anciens, et qu'il y a aussi des basaltes de plusieurs époques. (Leonhard, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1845.)

Le docteur Girard a soumis à un examen de détail la contrée entre Wittenberg, Belzig, Magdebourg, Helmstadt et Stendall, où le sol tertiaire, et en particulier des sables et grès à lignites, environnent des proéminences ou des roches intermédiaires et des terrains secondaires inférieurs. Il y a reconnu la partie récente de la grauwacke du Harz. Il y existe aussi des mélaphyres et des porphyres rouges avec le grès rouge secondaire. La grauwacke y contient des restes de végétaux semblables à ceux des houillères. Le grand terrain alluvial ancien encroûte le tout. (*N. Jahrbuch für Miner.*, 1845.)

M. Plumicke a exposé de nouveau les *Rapports géognostiques des cuïvres schisteux et du zechstein dans le Mansfeld*. Dans ce mémoire, il discute en particulier l'origine des grandes cavernes du gypse secondaire de ce pays. Il pense qu'on ne peut les regarder comme des nids de sel détruits, puisque le gypse n'en contient pas de traces; aucune objection valable, au contraire, ne serait à faire, selon lui, contre l'idée que leur formation est contemporaine de la production ignée du gypse : ce seraient des vacuoles de gaz en grand. Nous ferons observer, en mentionnant ce mémoire, que

(1) Afin d'éviter le double emploi, comme nous l'avons dit plus haut, aucun des nombreux ouvrages qui ont été offerts à la Société dans le cours de cette année n'est mentionné ici.

l'auteur y consacre surabondamment beaucoup de pages à récapituler les sous-divisions du grès bigarré et du zechstein dans un pays déjà si souvent et si bien anatomisé. (*N. Jahrb. für Miner.*, 1845.)

M. Noggerath a donné un mémoire sur la *Minéralogie architectonique de la Prusse rhénane*, dans lequel on trouve des détails intéressants sur le Siebengebirge (les Sept-Montagnes) et ses trachytes. (*N. Jahrb. für Miner.*, 1845.)

M. le Dr Beyrich a fait paraître un assez long mémoire sur les *Terrains secondaires de la Silésie*. Il y traite aussi, occasionnellement, des terrains intermédiaire, houiller et secondaire de la Moravie et des Karpathes occidentales. Il expose en particulier les raisons paléontologiques qui lui semblent devoir faire classer une partie du moins des calcaires coquilliers des Karpathes dans le Jura supérieur et moyen, en laissant le calcaire à Nummulites réuni à la plus grande partie du grès karpathique crétacé. La faune de la zone karpathique rappelle celle des Alpes occidentales, et non point la zone à caractères littoraux de la Moravie, de la Silésie supérieure et de la Pologne. Un terrain tertiaire assez récent comprend les dépôts salifères de la Gallicie. (*Archives de Karsten*, 1844.)

Dans le texte explicatif de la 19^e section de la *Carte géologique de la Saxe royale*, MM. Naumann et Cotta discutent les rapports du schiste argileux avec les grauwackes, et de ces dernières roches avec les roches cristallines. Ils démontrent que le schiste argileux devient un schiste tacheté près de l'ellipsoïde granitique de Lauterbach et de Kirchberg. Ils lui donnent le nom de *Fleck-schiefer* et de *Fruchtschiefer*. Ces taches ou concrétions sont les premiers rudiments d'une métamorphose qui, plus forte et plus longtemps continuée, aurait produit, par le jeu électrochimique des molécules, des roches à minéraux cristallisés. Ailleurs, comme entre Langenfeld et Treuen, le schiste tacheté passe déjà au gneiss. Le grand district de grauwacke de Ronneberg à Pöessneck offre dans ses couches une direction S.-O.-N.-E., indiquée dans la carte par la direction des masses de diorite, de porphyre pyroxénique et d'amygdaloïde. L'inclinaison y est au N.-O.

M. Gressly a jeté un coup d'œil classificateur sur les divers *Terrains secondaires et tertiaires de l'Argovie* (Suisse), et sur les soulèvements qu'ils ont éprouvés. (*N. Jahrb. für Min.*, 1845.)

M. Sandberger a donné un *Catalogue des divers minéraux con-*

tenus dans les roches volcaniques autour du cratère-lac de Laach (Bonn). Il y compte 25 espèces minérales. (*N. Jahrb., für Mineral.*, 1845.)

M. Zieten a publié à Stuttgard une 2^{me} édition de ses *Fossiles du Wurtemberg*.

M. le professeur Alex. Braun a donné l'énumération des *Plantes fossiles* à lui connues du dépôt tertiaire d'Oeningen. Ce sont toutes des plantes de marécage ou des plantes ligneuses ; savoir : 44 espèces de ces dernières, dont 3 sont des conifères, 38 des dicotylédonées. Les plantes aquatiques comprennent 11 espèces, dont 3 sont des *Isoetes potam.*, 4 autres des *Equiset. scirpus*, 2 des fougères et 2 des graminées. 24 espèces n'ont plus leurs analogues en Suisse, et, comme pour plusieurs autres, on ne retrouve ces analogues que dans le Nouveau-Monde (Mexique) ou dans l'Asie orientale (Japon). (*N. Jahrb. für Min.*, 1845.)

M. Roemer a reproduit, avec détails, la coupe bien connue des Couches jurassiques du Jacobsberg et du Hansberg, au sud de Minden, sur le Weser. C'est une coupe naturelle parfaite. L'auteur n'a pas de peine à y trouver le lias supérieur, le dogger, l'argile d'Oxford, le corallrag et les couches de Portland. Le tout est accompagné de pièces paléontologiques à l'appui. (*N. Jahrb. für Min.*, 1845.)

M. H.-R. Göppert a donné une idée générale de la *Flore fossile de la Silésie*, dans la Flore de la Silésie de Wimmer ; 1844, in-8°, pages 157-225.

M. A. Emm. Reuss a publié la 1^{re} partie d'un grand ouvrage sur les *Fossiles de la craie de Bohême* ; 1 vol. in-4°, avec 13 pl. lith. Stuttgard, 1845, chez E. Schweizerbart.

Über einige Verhältnisse, etc. Des relations géognostiques qui existent entre le grand-duché de Posen et les contrées avoisinantes ; par M. F.-E. Gumprecht. (*Arch. de Karsten*, vol. XIX, 1845.)

Beitrag zur Geologie, etc. Matériaux pour servir à la géologie des environs de Heidelberg ; par Gustave Léonhard. Heidelberg, 1844.

Die sächsischen Erzgänge in localer Folge nach ihren Formationen zusammengestellt, von J.-C. Freiesleben. Freiberg, 1845.

Von Dechen. — *Die Feldspathen-porphyre in den Lenna-Gegen-*den. (*Arch. de Karsten*, vol. XIX. Berlin, 1845.)

Von Dechen. — *Über das Vorkommen des Rotheisensteins und*

der damit verbundenen Gebirgsarten in der Gegend von Brilow. (Arch. de Karst., XIX^e vol. Berlin, 1845.)

Grande-Bretagne.

Sur la géologie des environs de Cambridge; par M. Sedgwick. (Assoc. brit. pour l'avanc. des Sc., 1845.)

On the relation of the new Red Sandstone, etc. Sur les rapports du nouveau grès rouge avec les couches carbonifères dans le Lancashire et le Cheshire; par M. W. Binney. (Soc. géolog. de Londres, 1845.)

Des puits artésiens à Londres. Lettre du professeur Macaire au professeur de La Rive. (Bibl. univ. de Genève, juin 1845.)

On the geological structure of the Wealden district and of the Bas-Boulonnais; par W. Hopkins. (Soc. géol. de Londres, 1845.)

Notes of a microscopical examination, etc. Examen microscopique de la craie et de ses silex dans le S.-E. de l'Angleterre, suivi de Remarques sur les animalcules de certains dépôts tertiaires et modernes; par Gideon Algernon Mantell. (Annal. and magaz. of nat. history, n° 103. 1845.)

Final report on the Geology and Mineralogy of New-Hampshire; by C.-F. Jackson. 1844.

Dépôts métallifères du Cornouailles et du Devon; par M. Henwood.

Guide to the geol., etc. Guide du géologue en Écosse, avec cartes et coupes géologiques; par M. James Nicol. Édimbourg, 1845. 1 vol.

Practical Geology of Ireland; par George Hamilton. Londres, 1844. 1 vol in-8°.

France.

Sur les lignites du département des Bouches-du-Rhône; par M. de Villeneuve. (Ann. des mines, t. V.)

Sur les couches de houille de la Basse-Normandie; par M. Austen. (Soc. géolog. de Londres, mai 1845.)

Essai pour servir à la classification du terrain de transition des Pyrénées; par M. Durocher. Paris, 1844. in-8°.

Soc. géol. Tome II, 2^e série.

Notice géologique sur le bassin houiller de Rive-de-Gier; par M. Maugy. (Ann. des mines, t. VII, 1845.)

Sur l'hypothèse qui attribue les phénomènes erratiques des Pyrénées à une fonte subite des glaciers; par M. Charpentier. (Mémoire In, le 14 sept. 1844, à la section géologique du congrès scientifique de Milan. Voy. Bibl. univ. de Genève, mars 1845.)

Italie. — Espagne.

Observations géologiques sur les terrains des formations tertiaire et crétacée du Piémont; par M. A. Sismonda. (Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Turin; 1845.)

Della ginestura, etc. Du gisement d'un lignite observé près de Romano, district de Cantù; par J.-B. Crivelli. broch. in-8°.

Une riche mine de mercure a été découverte à Rissa, près de Pietra-Santa, en Toscane. Le métal s'y trouve à l'état de sulfure dans les fissures d'un talc-schiste, en petits filets interrompus par des veines de stéatite.

Über einige merkwürdigen, etc. Sur quelques dépôts remarquables de coquilles dans la Haute-Italie; par M. de Buch. (Acad. des sc. de Berlin, 1845.)

Reisen in den Savoyer-Alpen, etc. Voyages dans les Alpes de la Savoie et diverses autres parties de la chaîne pennine, avec des observations sur les glaciers; par M. J.-D. Forbes. Traduit en allemand et revu par M. Gustave Leonhard. Stuttgart, 1845. 1^{er} et 2^e cahiers.

Profilo teoretico dimostrante la disposizione dei terreni della Campagna Romana, secondo le osservazioni di Monsig. di Medici-Spada e del profes. Pozzi.

Über die fossilen Knochen, etc. Sur les ossements fossiles du terrain tertiaire de Cerro de San-Isidoro, près Madrid; par M. Herm. de Meyer. (N. Jahrb. für mineral; 1844. 4^e cahier.)

On the Geology of Gibraltar; by J. Smith. (Geolog. Soc. of London, 1844.)

Russie d'Europe.

Über fossile Fische, etc. Sur les poissons fossiles du système dévonien dans les environs de Paulowsk, près Saint-Petersbourg; par M. Eichwald. (Arch. de Karst, vol XIX, 1845.)

Notiz über einige Pflanzen-Versteinerungen, etc. Notice sur les empreintes de quelques plantes fossiles dans un grès des environs de Moscou; par M. T. Auerbach. (*Mém. de la Soc. imp. des mines de Russie*, 1845.)

Russia in Europa and the Ural Mountains geologically illustrated; by Murchison, E. de Verneuil and comte de Keiserling; with *geol. maps, tables, plates, etc.* London, Murray, 1844, in-4°.

Asie.

M. Eichwald a complété ses recherches sur la *Connexion de la mer Caspienne et de la mer Noire dans les temps anté-historiques*. Il explique ces liaisons par les éruptions ignées les plus récentes au N. et à l'E. du Caucase, qui soulevèrent tout le pays au N. et à l'O. de la Caspienne, tandis que les rivages sud de cette mer restèrent immobiles. Ce fait lui semble prouvé par les coquillages marins qui couvrent les contrées exhaussées, et qu'on ne retrouve point en Perse, près de la Caspienne, où l'on voit les bois s'avancer jusque sur ses rives. Cette mer ne paraît pas d'ailleurs avoir alors compris sa portion méridionale; ce ne fut qu'après ces phénomènes d'éruption et de soulèvement qu'elle se mit en communication tout-à-fait libre avec la mer Hyrcanienne, qui avait formé jusque là un bassin distinct. M. Karelin s'est aventuré à naviguer dans le golfe de Karaboga, et y a trouvé un courant de l'O. à l'E., dont il eut beaucoup de peine à sortir. C'est probablement ce courant qui a donné lieu, en partie, à la tradition qui attribuait à la mer Caspienne un écoulement souterrain : un des bras moyens de l'Oxus y débouchait autrefois, tandis que le plus grand coulait et coule encore dans le lac Aral.

M. Hoffmann, professeur russe, a publié des *Observations géologiques sur les terrains baignés par la Birjusa et les montagnes situées entre la Podkamenaja et la Wirschnaja-Tonguska, en Asie*. Près du Baikal, une roche dioritique traverse un agglomérat bouillier qui contient quelques paillettes d'or. Sur la Birjusa, un diorite siénitique semblable a fait éruption dans le terrain intermédiaire, qui est composé d'alternats de calcaire et de schistes. Près de la roche ignée, ces couches contenaient des filons quartzeux aurifères. Le calcaire a été altéré et changé en marbres, formant des montagnes analogues à celles des dolomies dans le Tyrol. Près de Pitt, le granite perce les schistes talqueux et micacés intermédiaires. Il y a là des lavages aurifères. Entre Pitt et

Uspenck règnent le schiste argileux et le calcaire , sans fossiles apparents. Ce schiste renferme de l'or disséminé en parcelles presque invisibles.

Orographie et géologie du Kourdistan ; par M. Texier. (*Bull. de la Soc. de géogr.*, 1845.)

Über die geognostische Beschaffenheit , etc. Sur la constitution géognostique de l'Oustürt, et principalement de son versant oriental, du côté du lac Aral ; par M. G. de Helmersen. (*Acad. des sc. de St-Petersbourg*, 1845.)

On the Geology of Lycia ; by prof. E. Forbes and lieut. Spratt. (*Geol. Soc. of Lond.*, 1845.)

Geological Features of the country round the mines of the Taurus ; by J. W. Smith. (*Geol. Soc.*, jan. 1845.)

Note on a recent Freshwater Fossil deposit in southern India , with a few remarks on the origin and age of the Kunker, and on the supposed decrease of Thermal-Temperature in India ; by cap. Newbold. (*Lond., Philos. Magaz.*, juin 1845 ; et *Journ. of the asiat. Soc. of Bengal*, N° 64.)

Quelques observations sur la vallée du Jourdain et la mer Morte ; par M. John Sherwood. (*Americ. Journ.*, N° 97 ; 1845.)

Afrique.

Sur la possibilité d'établir une chaîne de puits artésiens à travers le désert, entre Biskra et Tuggurt. Hauteur du désert à Biskra. Observations météorologiques faites dans le désert ; par M. Fournel. (*Comptes-rendus de l'Acad. des sc.*, 1^{er} sem. de 1845 , N° 3 , 12 et 17.)

Zur Geognosie, etc. Matériaux pour servir à la géognosie de l'Afrique centrale ; par le docteur H. Girard. (*N. Jahrb. für Mineral.* 1844, 4^e cahier.)

Amérique du Nord.

Esquisse géologique d'une partie de la vallée du Mississipi ; par M. H. King. (*Assoc. des géolog. et nat. améric.* 1844.)

Rapport sur le trapp d'intrusion du nouveau grès rouge du Con-

necticut; par M. B. Silliman. (*Assoc. des géol. et natur. améric.* 1844.)

Observations sur certains bancs d'alluvium de la rivière de Connecticut; par M. S. Weber. (*Assoc. des géol. et natur. améric.* 1844.)

Sur les tuffs trappéens ou conglomérats volcaniques de la vallée ou coule la rivière de Connecticut; par. M. Hitchcock. (*Assoc. des géol. et nat. amér.* 1844.)

Sur l'origine des roches sédimentaires aux États-Unis, et sur les causes qui ont pu présider à leur élévation au-dessus du niveau de la mer; par M. W. Mather, prof. à l'Université de l'Ohio. (*Assoc. des géol. et natur. amér.* 1844.)

On the newer Coral Formation of the Eastern part of Nova Scotia; by J. W. Dawson. (*Geolog. Soc. of Lond.*, jan. 1845.)

Système de classification et nomenclature des roches palæozoïques aux États-Unis; par H. et W. Rogers. (*Assoc. des Géol. et natur. améric.* 1844.)

Description d'empreintes fossiles de pas trouvées dans le nouveau grès rouge de la vallée du Connecticut; par M. James Dease. (*Americ. Journ.*, N° 97. 1845.)

Amérique méridionale.

M. P. de Claussen a découvert au Brésil, dans les cavernes à ossements, et mêlées avec des os humains, deux espèces de *singes* fossiles, voisins des genres *Mycetes* et *Cebus*. Il y a aussi trouvé de l'ambre, renfermant des insectes et des restes de toiles d'araignée. (*N. Jahrb. für Mineral.* 1844)

M. Tschudi, de Glaris, a publié les premières livraisons d'une *Faune vivante et éteinte du Pérou*, où il a résidé plusieurs années.

Océanie.

The physical description, etc. Description physique de la nouvelle Galles du Sud et de la terre de Van Diemen; par M. P.-E. de Strzelecky (sous presse à Edimbourg).

Paléontologie.

De l'influence manifeste des petits êtres organiques microscopiques, sous forme de masse siliceuse volcanique frittée, sur la formation des masses de ponce, tuffa, trass, conglomérats volcaniques, et sur la gangue de la marékanite du nord de l'Asie; par M. Ehrenberg. — Il résulte, comme on sait, des travaux précédents de l'auteur, l'évidence de ce fait que le kieselgure, la farine fossile, les tourbes, les schlicks marins et d'eau douce, la gangue de la vivianite, le sable des terres marécageuses, sont, en grande partie, sinon en totalité, dus à la réunion des efforts de divers petits êtres organiques microscopiques. Il résulte également de ses recherches que les formations tertiaires présentent des phénomènes semblables dans le tri-poli, le polirschiefer, la marne, le saugschiefer, la demi-opale, les terres à porcelaine et la dysodyle, ainsi que les houilles feuilletées; que les formations secondaires supérieures ont été leur ouvrage direct, ainsi que l'indiquent les masses de craie blanche de tous les pays, les calcaires des catacombes de l'Égypte, les calcaires à nummulites, les silex pyromaques de la craie et les marnes crayeuses; que les formations secondaires anciennes, telles que le hornstein du corallrag et quelques masses de roches oolithiques, portaient des traces de ce mode de structure; et enfin que les formations primordiales supérieures, telles que les carbonates houillers, le hornstein de Tula, le calcaire de montagne, présentaient aussi ces petits organismes en grand nombre. On manque toutefois de preuves aussi décisives pour les formations de sédiment dans les couches inférieures des terrains primordiaux.

M. Ehrenberg a aussi fait voir, depuis plusieurs années, que la masse entière du polirschiefer, du kieselgure, des cendres volcaniques et des kaolins qui proviennent des pays volcaniques, se composent d'atomes constitués par ces organismes microscopiques. Or, en se livrant à cette étude, il a reconnu que la ponce normale, la ponce désagrégée, le tuffa et les conglomérats volcaniques, les trass, les porphyres désagrégés, les kaolins ou terres à porcelaine, les cendres des volcans, les klingsteine, les tuffa marékanites, toutes les masses volcaniques frittées, toutes les laves et les projectiles des volcans, le moya de Quito, etc., des parties du monde les plus éloignées entre elles, comme des plus voisines, s'accordent à présenter, comme directe et nécessaire dans leur formation, l'intervention des organismes microscopiques les plus délicats de la vie animale.

M. Ehrenberg conclut de ses observations qu'il existe évidemment des masses d'infusoires volcaniques qui ont reçu l'action du feu et ont été frittées; — que les ponces qui sont constituées par des organismes n'ont dû conserver ce caractère de petits tests cellulaires siliceux que lorsqu'il n'y a pas eu dans le mélange un flux énergétique pour le faire couler en un verre; — qu'il y a dans le voisinage d'un grand nombre de volcans qui rejettent ou ont rejeté des ponces, de grands gisements d'infusoires qui, sous les noms de terre à porcelaine, cendres volcaniques, kieselgure, polirschiefer, saugschiefer, demi-opale, porphyres désagrégés, ont été considérés, mais presque toujours à tort, comme étant dans un rapport direct avec les volcans; mais qu'il en est d'autres aussi qui proviennent bien réellement des profondeurs des volcans et de leur action; — qu'on rencontre des roches phonolithiques qui paraissent être évidemment dans un rapport intime avec les animalcules à test siliceux; — enfin, et chose digne de remarque, que dans tous les cas, d'ailleurs très nombreux, parvenus à notre connaissance, en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique, les substances microscopico-organiques qui peuvent avoir exercé ou exercent encore une influence directe sur les volcans *appartiennent exclusivement aux organisations d'eau douce.*

M. Ehrenberg admet donc, comme conséquence probable de ces faits, que les couches, peut-être carbonifères, déposées jadis dans les profondeurs d'activité des volcans, et qui sont presque identiques avec les couches actuelles, ou plus exactement que les masses incalculables des tuffas, ponces, trass et moya, ou terrains de sédiments en tout semblables à nos masses de tourbe et de vases de marais, ont dû être englouties périodiquement dans l'abîme des volcans, pour y être frittées et ensuite rejetées.

La vie microscopique indépendante se présente donc ici de nouveau comme ayant exercé une influence puissante et inattendue tant sur la partie solide du globe que sur les éjections des volcans à sa surface, influence qui mérite certainement d'être étudiée et qui se recommande à l'attention du monde savant. (*N. Jahrb. für Mineral.*, 1845.)

Nous rappellerons ici que déjà, dans un précédent mémoire (*Acad. des sc. de Berlin*, 1844.), M. Ehrenberg avait établi que la chaux carbonatée compacte de Saxe, de Bohême, de Silésie et des deux puits artésiens de Dresde, qui, comme la craie de la France et de l'Angleterre, a une puissance de plus de 1600 pieds, est évidemment un produit des formes animales microscopiques, au nombre, *au moins*, de quatre-vingt-six millions par ponce

cubedans la chaux carbonatée compacte et blanc-grisâtre de Toeplitz, où elles forment à peu près la moitié en poids de la masse ; — que la phonolithe de Wisterschau, près de Toeplitz, renferme dans son enveloppe, aussi bien que celle de Hochsimmmer, sur le Rhin, des tests siliceux d'animalcules microscopiques ; — qu'une espèce de guano, rapportée récemment, par M. Richard Schomburgk, de l'océan Pacifique, a offert un mélange remarquable d'animalcules microscopiques marins ; — enfin que les sels gemmes de Berchtholdsgaden, qui appartiennent aux étages inférieurs des terrains secondaires, ont présenté à l'observateur quelques tests isolés et incolores microscopiques (*Gallionella distans*?) ; mais que les monnaies rouges, que d'autres observateurs avaient cru reconnaître dans le sel gemme rouge, n'y existent pas, et que leur prétendue présence repose, dit M. Ehrenberg, sur une erreur.

M. Bailey, de West-Point (États-Unis), a constaté que la marne sur laquelle est bâtie la ville de Charleston, et qui présente une épaisseur de plusieurs centaines de pieds, est composée tout entière d'animalcules microscopiques. Ces animalcules ne sont pas des infusoires siliceux, mais de petites coquilles calcaires appartenant à celles que M. Ehrenberg a nommées *polythalamas*, et M. Al. d'Orbigny *foraminifères*. Les espèces reconnues par M. Bailey dans la masse de Charleston, qui est d'époque tertiaire, se rapportent à la famille des Plicatiles de M. Ehrenberg (Agathestégènes de M. d'Orbigny). Quelques unes se distinguent à la loupe ordinaire. Les *polythalamas*, au travail desquels la Caroline du Sud doit en grande partie sa formation, vivent encore de nos jours tout le long de la côte, remplissant les ports, formant des attérissements. La vase du fond du port de Charleston est complètement formée de ces coquilles et d'infusoires siliceux. (*Silliman's Amer. Journ.*, 1845.)

M. Reade s'est livré à des recherches très intéressantes sur les *Animalcules fossiles de la craie*. Il a constaté l'existence de myriades de ces animalcules, à l'état vivant, dans l'estomac des huîtres ; il y a trouvé également des Vibrions en très grand nombre, ainsi que d'autres organismes agglomérés par millions, et pour lesquels il propose le nom de *Folvox ostrearis*. Mais ce qui l'a plus surpris encore, c'est la présence d'autres infusoires *polythalamas* appartenant à la famille des Bacillariées, et semblables à ceux qui, à l'état fossile, constituent la plus grande portion des masses crayeuses. Les huîtres fossiles du Kimmeridge-Clay, examinées par M. Reade, lui ont également offert des infusoires en très grande

abondance. L'identité de ces infusoires avec ceux qu'on rencontre à l'état fossile dans la craie et dans d'autres formations secondaires semblerait à l'auteur fournir un anneau de plus à la grande chaîne géologique des corps organisés, anneau que l'on supposait jusqu'ici manquer entre la série crétacée et les séries antérieures et postérieures. (*Sillim. Amer. Journ.*, 1845.)

M. le docteur Koch a découvert un nouveau squelette fossile, de proportions gigantesques, dans la formation du calcaire jaune du comté de Washington, État d'Alabama (Amérique du Nord). M. Koch propose, pour le nouvel animal fossile, le nom de *Zeulodon Sillimanii*. Il en décrit le squelette comme appartenant à une sorte de reptile, dont la longueur atteignait 104 pieds anglais. Ses membres étaient en forme de rames ou de nageoires, mais petits en proportion de la grosseur du corps. (*Institut*, 1845, n° 611.)

La Société géologique de Londres a reçu de Calcutta le squelette fossile complet, avec sa carapace, d'une tortue monstre, de l'espèce de celles qui jouent un si grand rôle dans la mythologie des Hindous.

Ce squelette a été trouvé au pied de l'Himalaya, dans une couche d'argile qui renfermait aussi des débris d'ossements de Mastodontes, d'Hippopotames, de Rhinocéros, etc. Sa longueur totale est de 18 pieds 7 pouces, et celle de sa carapace de 12 pieds 3 pouces, mesure anglaise. Aux dimensions colossales près, ce squelette et son test ont une grande ressemblance avec ceux de la tortue terrestre hindoue d'aujourd'hui. La Société géologique de Londres a proposé de donner à l'espèce de tortue monstre en question le nom de *Colosso-Chelys*.

M. Burmeister (Hermann) a publié un ouvrage *Sur l'organisation des Trilobites, d'après les animaux vivants qui ont du rapport avec ces êtres*. Cet ouvrage contient une revue systématique des espèces jusqu'ici décrites. 1 vol. in-4°, avec 6 planches. Berlin, 1845; chez G. Reimer.

M. Herm. de Meyer annonçait, à la fin de 1844, la prochaine publication d'une *Faune de l'ancien monde* (Fauna der Vorwelt), qui devait commencer par la description des mammifères, des oiseaux et des reptiles des sablières marneuses (Molasso-Mergel) d'Oeningen. (*N. Jahrb. fur Mineral.*, 1844, 4^e cahier.)

Des coprolithes d'oiseaux ont été trouvés dans des couches assez anciennes aux États-Unis. Ces coprolithes ont été découverts, avec des empreintes d'*Ornithodichnites Redfieldii*, dans une roche

calcaire très dure, aux chutes du Chicopoe, dans le Springfield. (*Institut*, 1845; n° 602.)

M. Göppert a examiné les bois des *lignites prétendus tertiaires des vallées de l'Agger et du Vichelthal*, et y a reconnu du chêne d'une espèce voisine du *Quercus pedunculata*, du hêtre (*Fagus sylvatica*) et des ifs (*Taxus buccata*). Les fruits sont des noisettes et des cônes du *Pinus sylvestris*. Ce dépôt serait donc d'une formation toute récente. De nouvelles observations ont confirmé M. Göppert dans l'idée que le bois peut être converti en bois bitumineux par la voie humide. Il a trouvé un tronc à ambre converti en jayet. Nous rappellerons à ce sujet qu'on a déjà trouvé dans la Prusse rhénane des bois bituminisés contenant intérieurement du charbon minéral. M. Göppert annonce la prochaine publication qu'il va faire, conjointement avec M. le docteur Behrendt, d'un travail sur les restes de végétaux contenus dans l'ambre. (*N. Jahrb. für Minér.*, 1845.)

The Medals of creation, etc. Les Médailles de la création, ou Premières leçons de géologie et de paléontologie, avec un grand nombre de coupes et de figures; par M. Gideon Mantell. 1844.

Remarques comparatives sur les mollusques vivants et fossiles du sud de l'Italie, et plus particulièrement de la Sicile; par M. le docteur Philippi. (*Archiv. für Naturgeschichte*, 1845.)

Sur les Trilobites; par M. le Dr Emmerich. (*N. Jahrb. für mineral.*, 1845.)

Sur l'Ichnolithologie, ou empreintes fossiles de pas d'animaux; par M. Hitchcock. (*Assoc. des géol. et nat. amér.*, 1844.)

Sur la distribution géologique des fossiles; par M. J. Hall. (*Assoc. des géolog. et nat. amér.*, 1844.)

Sur les Brachiopodes fossiles et les Orthocères; par M. J. Hall. (*Assoc. des géolog. et nat. amér.*, 1844.)

Sur la découverte des débris fossiles d'un grand Plesiosaurus macrocephalus; par M. Charlesworth. (*Ass. brit. p. l'av. des sc.* 1844.)

Sur les poissons fossiles de l'argile de Londres; par M. Agassiz. (*Assoc. brit. pour l'av. des sc.*, 1844.)

Note sur deux nouvelles espèces de Mystriosaurus provenant du lias du Wurtemberg; par M. Bronn. (*Soc. des sc. phys. et médic. de Heidelberg*, 1844.)

Über die, etc. Sur la Flore fossile du Quadersandstein de Silésie; par M. Göppert. Breslau, 1844, in-8°.

Descrizione, etc. Description d'un nouveau reptile fossile de la famille des Paléosauriens, et de deux poissons fossiles trouvés dans le calcaire noir de Varenne, près le lac de Côme ; par M. J. Balsamo Crivelli. Broch. in-4°. 1845.

Memoria, etc. Mémoire pour servir à l'histoire des grands mammifères fossiles du cabinet de Sainte-Thérèse, à Milan ; par M. J.-B. Crivelli. Broch. in-4°. 1845.

On the extinct Mammals of Australia, with additional observations of the genus Dinornis of New Zealand ; by prof. Owen. (Brit. ass. for the advenc. of science, 1845.)

Die Riesenthier der Urwelt, etc. Des animaux gigantesques de l'ancien monde, et en particulier du Missourium Theristocaulodon nouvellement découvert et des Mastodontes ; par Alex. C. Koch, 1 vol., 8 pl. Berlin, 1845 ; chez Alex. Dünker.

Description of some new species of Ancyloceras, by J. Morris. (The annal. and mag. of nat. histor., n° 95. 1845.)

G. Hanley. — *On some new species of Tellina* (Zool. Soc., 1844).

R. B. Hinds. — *On some new Marginella.* (Zool. Soc., 1844.)

D. Falconer and cap. Cautley — *On the gigantic fossil Tortoise of India.* (Zool. Soc. 1844).

L. Reeve. — *On the genus Myadora.* (Zoolog. Soc., 1844.)

On the discovery of the fossil remains of Bidental and other reptiles in south Africa ; by Rud. Gid. Bains. (Trans of geol. Soc. of London, vol. VII. 1845.)

Report on the Reptilian Fossils of south Africa ; by R. Owen. (Ib.)

Beiträge zur geologischen Kenntniss, etc. Matériaux pour servir à la géologie des Alpes orientales ; par A. de Klipstein. 3^e livr., comprenant la paléontologie ; savoir, les Mollusques, les Acéphalés, les Radiaires et les Zoophytes. Giessen, 1845, in-4°.

Sur le Dinornis et le Bidens, deux genres d'oiseaux éteints ; par M. Hamel. (Notice empruntée aux travaux de M. de Blainville et de M. Owen sur ces deux oiseaux) (Acad. des sc. de St-Petersbourg. 1^{er} trim. de 1845.)

Die Kieselschaligen, etc. Des Bacillariées ou Diatomées à carapace siliceuse ; par le Dr J.-J. Küsting. Nordhausen, 1844.

A Description of certain Belemnites preserved with a great proportion of their soft parts in the Oxford clay of Christian-Malsford ; by Rich. Owen. (Roy. Soc., 1844.)

E. J. Quaket. — *On the Examination of some fossil Woods which tend to elucidate the structure of certain tissues in the recent Plants.* (Linnean Soc., mars, 1845.)

Report on the microscopic structure of Schells; by W. B. Carpenter. (Br. assoc. for advenc. of sc. 1845.)

Betrachtung, etc. Considérations sur les Étoiles de mer fossiles ; par M. Ch.-F. Schulzen. (Soc. imp. des mines de Russie, 1845.)

Grundriss der Versteinerungskunde ; par Hanns Bruno Geinitz. Dresde et Leipzig, gr. in-8°, 1845. 1^{re} liv. de 224 pages, avec 2 pl. lithog.

Sujets divers.

Kosmos, ou Essai d'une description physique du monde ; par M. A. de Humboldt. Stuttgart et Cotta, 1845. 1^{er} vol. in-8° de 493 p. — Nous n'extrayons ici de cet important ouvrage que ce qui a trait directement à la géologie, et nous bornons à en donner le croquis. — Dans la troisième partie de son travail, l'illustre auteur s'occupe successivement de la forme de la terre, de sa densité, de sa chaleur, du magnétisme terrestre, des phénomènes volcaniques, des tremblements de terre et des eaux thermales. Après avoir résumé sur ces divers sujets les opinions les plus récentes, il consacre aux généralités de la géologie et de la paléontologie une cinquantaine de pages. Il divise les terrains de sédiments en six groupes, savoir : 1° les terrains intermédiaires silurien et dévonien ; 2° le trias inférieur, comprenant le calcaire carbonifère, les houillères, le grès rouge secondaire et le zechstein ; 3° le trias supérieur, renfermant le grès bigarré et le keuper avec le muschelkalk ; 4° le calcaire jurassique, y compris le lias ; 5° le système crétacé, composé du quadersandstein et de la craie inférieure et supérieure ; 6° les terrains tertiaires, comprenant seulement le calcaire parisien, le grès à lignites et le terrain subapennin. Après ce chapitre plein d'intérêt, l'auteur considère les formes des continents et la distribution des mers, ce qui le conduit aux soulèvements et affaissements éprouvés par l'écorce terrestre. Des considérations sur les océans il passe à l'atmosphère, et parcourt les généralités sur sa composition, ses mouvements, sa température, son élasticité, pour terminer par l'histoire des organisations végétale et animale. (La traduction française du 1^{er} volume a été annoncée pour la fin de 1845.)

On the connexion of geology with terrestrial magnetism; by E. Hopkins. London, 1844, in-8°, 129 pages. — L'opinion de l'auteur, que la terre est un aimant enveloppé de courants magnétiques, n'est pas nouvelle; on la trouve indiquée déjà, dès 1709, dans le traité de *Physique occulte* de Vallemont.

Sur les connexions qui existent entre la géologie et le magnétisme; par M. Locke. (*Sillim. Amer. Jour.*, 1844.)

Sur l'intensité horizontale du magnétisme, influencée par de grandes masses de basalte; par M. Hausten. (*Écho du monde sav.*, n° 740.)

System der magnetischen, etc. *Système des courbes magnétiques, des isogones et des isodynames, suivi de recherches sur les forces polaires magnétiques*; par J.-Ern. Herger, avec une préface par le professeur J.-R. Erman. Leipzig, 1844-45, in-fol., 31 pl. — Il est curieux de retrouver plusieurs des idées de l'auteur et bon nombre de ses figures dans un livre déjà vieux de près d'un siècle, intitulé : *Des courants magnétiques, avec quelques observations sur l'aimant*. Strasbourg, 1753, in-4°, 15 pl.

Über die climaterische, etc. *Des influences climatiques de la vallée du Varmbrunnerthal, en Silésie, sur la santé et la maladie*; par le Dr B. Preiss. 1 vol. in-8°, Breslau, 1845. — Ouvrage intéressant par la liaison de la géologie avec la météorologie, et qui expose des idées ingénieuses sur la différence des races, produite ou modifiée par l'effet des milieux ambiants.

On the temperature of the springs, wells and rivers of India and Egypt, and of the Sea and Table-lands within the tropics; by capt. Newbold. (*Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London*, part. 1, 1845.)

Dans un puits artésien actuellement en voie d'exécution à Mondorf, dans le grand-duché de Luxembourg, on était parvenu, le 11 septembre dernier, à la profondeur de 671^m2 sans avoir encore atteint la nappe d'eau jaillissante. L'accroissement de la chaleur y est de 1 degré par 29^m,6; ce qui est à peu près la valeur obtenue à Paris dans le forage du puits de Grenelle, qui ne descend, comme on sait, qu'à 547 mètres.

A Wieliczka, des incendies ont produit, dans les mines de sel, des dépôts de fer oligiste produit au moyen du chlore, d'après la théorie du professeur Mitscherlich.

M. Townsend a observé un dépôt d'oxide de manganèse hydraté formé par une eau thermale de 110° Fahr., au cap de Bonne-Espérance. (*N. Jahr. fur Miner.*, 1845.)

M. Heidinger a achevé son *Manuel de détermination minéralogique*, contenant la terminologie, la classification, la nomenclature et la caractéristique de l'histoire naturelle des minéraux. Vienne, 1844-45. 2 parties, 8 planches et beaucoup de vignettes (chez Braumüller et Seidel).

M. G. Heine a analysé un *nouveau minéral combustible*, de couleur gris-bleuâtre et d'un toucher gras, provenant des lignites terreux de Helbra. C'est une espèce d'huile minérale concrète qui se trouve former quelquefois de véritables lits assez épais. (*N. Jahr. fur Miner.*, 1845.)

Une *nouvelle résine fossile* a aussi été trouvée à Piauze, près de Neustadt; M. Haidinger, qui l'a analysée, a proposé de lui donner le nom de *Piauzite*. Elle est compacte, à cassure légèrement conchoïde, d'une couleur brun-noir, faiblement translucide sur les bords; elle est d'un aspect gras et se raie en brun-jaunâtre. La piauzite se laisse facilement couper au couteau; mais elle a en même temps si peu de consistance qu'on peut la broyer facilement entre les doigts. Sa dureté est 1,5; sa densité, 1,220. Elle fond à 315°, s'enflamme et brûle avec une flamme brillante qui répand une odeur légèrement aromatique. Elle se dissout complètement dans l'éther, la potasse caustique et l'alcool absolu. (*Institut*, N° 619, 1845.)

On sait qu'une riche *mine de diamants* a été découverte dans la province de Bahia, au Brésil; mais là ne se bornent pas les découvertes importantes faites dans le même lieu. Dans le district de l'Assuara, qui fait également partie de la province de Bahia, et qui est situé non loin de la rive méridionale du San-Francisco, les indigènes ont découvert des *veines d'or* d'une riche production. Chaque ruisseau, chaque colline, dans les districts de la vaste plaine de Sincara, paraissent offrir des richesses en ce genre inépuisables; toutefois ces mines aurifères sont négligées momentanément pour la mine de diamants. (*Institut*, N° 619, 1845.)

Sur les cristaux renfermés dans les cavités de la topaze, qui se dissolvent par la chaleur et cristallisent de nouveau par le refroidissement; par sir David Brewster. (Brit. assoc. for advenc. of sc., 1844.)

Explication de la cause des couleurs dans l'opale précieuse; par sir D. Brewster. (Brit. assoc. for advenc. of sc., 1844.)

Recherches sur les produits de la décomposition des espèces miné-

rales de la famille des silicates ; par M. Ebelmen. (*Ann. des mines*, tome VII, 1845.)

Mémoire sur le traitement métallurgique des minerais d'or et d'argent en Hongrie et en Transylvanie ; par M. Audibert. (*Ann. des mines*, tome VII, 1845.)

System of mineralogy, comprising the most recent discoveries, avec fig. Londres et New-York ; 2^e édit. ; 1845 (sans nom d'auteur).

Beitræge zur Kenntniss Norwegischer Mineralien ; par Th. Scheerer. (*Ann. de Poggend.*, 1845, 4^e cahier.)

W. Mahlmann.—*Notizen über das geognostische Vorkommen des Platins und Goldes im Ural und in Siberien*. (*Bull. de la Soc. de géog. de Berlin*, 1844, 3^e et 4^e cahiers.)

W. Mahlmann.—*Über das Muttergestein des Diamanten*. (*Bull. de la Soc. géogr. de Berlin*, 1844, 3^e cahier.)

On to new metals Pelopium and Niobium discovered in the Bavarian tantalites ; by prof. H. Rose. (*Lond. Philos. Magaz.*, fev. 1845.)

Sur la phosphorescence du diamant ; par P. Riess. (*Ann. de Poggend.*, 1845, 4^e cahier.)

Essai d'une nouvelle classification des espèces minérales ; par le prof. Ch.-Fréd. Naumann. (*N. Jahrb. für mineral.*, 6^e cahier, 1844.)

Sur certains minéraux entrant dans la composition des météorites ; par M. Rammelsberg. (*N. Jahrb. für Mineral.*, 6^e cahier, 1844.)

Sur le Talc-Apatite, nouvelle espèce minérale ; par M. Hermann. (*Erdm. und March. Journ.*, XXXI^{me} vol., 1845.)

Sur la formation des minéraux volcaniques. — Lettre de Mgr de Medici-Spada au prof. Alph. Favre, à Genève. (*Bibl. univ. de Genève*, avril 1845.)

Sur la distribution géographique et les phénomènes des volcans ; par M. J.-L. Hayes. (*Soc. des géol. et nat. améric.*, 1844.)

Die lebenden Mineralogen, etc. Les minéralogistes vivants, avec leurs adresses et la liste de leurs principaux ouvrages. Cassel, 1844, in-8°.

Leitfaden zum Unterricht, etc. Guide pour l'enseignement de la géologie populaire ; par M. K. Leonhard. Stuttgart, 1845.

J. Roth. — *Die Kugelformen im Mineral Reiche, und deren Einfluss auf die Absonderungs-Gestalten der Gesteine.* Dresde et Leipzig, 1844, in-8°, 400 pag. et 8 pl. lithog.

Suggestions relative to the theory of the movement of glaciers ; by W. Sutcliffe. (*Lond. Philos. Magaz.*, juin 1845.)

Sur la théorie des glaciers ; par le prof. Forbes. (*Bibl. univ. de Genève*, mars 1845.)

On the motion of glaciers. — On the mechanism of glacial motion ; by W. Hopkins. (*Lond. Phil. Magaz.*, janvier, février et mars 1845.)

On glacier theories. — Additional remarks on glacier theories ; by doct. Whewell. (*Lond. Phil. Magaz.*, fév. et mars 1845.)

L. - M. Hopkins's *Reply to Dr Whewell's remarks on glacier theories.* (*Lond. Philos. Magaz.*, avril 1845.)

Reply to M. Hopkins on the motion of glaciers, with reasons for avoiding further controversy ; by James D. Forbes. (*Lond. Philos. Magaz.*, mai 1845.)

Remarks on M. Hopkins's reply to the previous remarks on glacier theories ; by doct. Whewell. (*Lond. Philos. Magaz.*, mai 1845.)

Account of an experiment on Stockholm Pitch confirming the viscous theory of glaciers. Letter from prof. Gordon of Glasgow to prof. Forbes of Edinburg. (*Lond. Phil. Magaz.*, mars 1845.)

Über die wahre, etc. Sur la vraie spirale des ammonites ; par F. Naumann. (*Ann. de Poggend.*, 1845, 4^e cahier.)

Freiesleben. — *Über sporadische Gangsformationem.* (*Arch. de Karst.*, 19^e vol., 1845.)

Über die Entstehung der Quarz und Erzgaenge ; par le prof. Gust. Biernoff. (*N. Jahrb. für Miner.*, 1844, 4^e cahier.)

Über Verbreitung, Beschaffenheit und Entstehung der Korallen-Inseln, nach Darwin. (*Ann. de Poggend.*, 1845, 4^e cahier.)

Sur la formation des glaces antarctiques ; par M.-C. Wilkes. (*Ass. des géol. et nat. amér.*, 1844.)

Sur l'analogie de structure de quelques roches volcaniques avec celle des glaciers ; par M. Darwin. (*Soc. roy. d'Edimbourg*, février 1845.)

Sur quelques uns des phénomènes de la période diluviale ; par M. W. Redfield. (*Assoc. des géol. et nat. amér.*, 1844.)

Considérations sur la formation des roches et l'état actuel de l'Océan, suivant sa profondeur. (Edinb. Phil. journ., — et Bibl. univ. de Genève, 1844.)

Considérations sur la composition probable de l'atmosphère pendant la période de la formation de la houille; par M. H.-D. Rogers. (*Assoc. des géolog. et nat. améric.*, 1844.)

On Wollaston's argument from the limitation of the atmosphere, as to the finite divisibility of matter; by G. Wilson. (*Soc. géolog. de Londres*, 1845.)

Das Räthsel, etc. L'énigme de nos sources déchiffrée; par M. Nowack. Leipzig, 1844, in-8°. — Nous n'avons pu prendre connaissance de cet ouvrage; mais nous craignons qu'on n'y retrouve la reproduction des idées de l'auteur sur la vie du globe, dont l'eau serait l'exhalation cutanée.

Études de géologie médicale; par M. Boudin. Paris, Baillière, 1845, broch. in-8°.

Lectures of agricultural Chemistry and Geology; by J.-F.-W. Johnston. Londres, 1844.)

Sous presse à Édimbourg : *Atlas physique*, série de cartes montrant la distribution géographique des phénomènes naturels; par H. Berghaus, professeur royal de géodésie à Berlin et principal de l'Institut géograph. de Postdam, et A. Keith Johnston, géographe ordinaire de la reine à Édimbourg. — La partie géologique comprendra les cartes suivantes : 1° systèmes des montagnes de l'Europe; 2° chaînes de montagnes en Europe et en Asie; 3° carte des régions glaciales; 4° chaînes de montagnes de l'Amérique du Nord; 5° chaînes de montagnes de l'Amérique du Sud; 6° carte géologique de l'Europe; 7° carte géologique de l'Angleterre; 8° carte géologique de l'Ecosse; 9° régions des tremblements de terre et des volcans sur le globe; 10° particularités des cirques volcaniques dans l'océan Atlantique, etc.





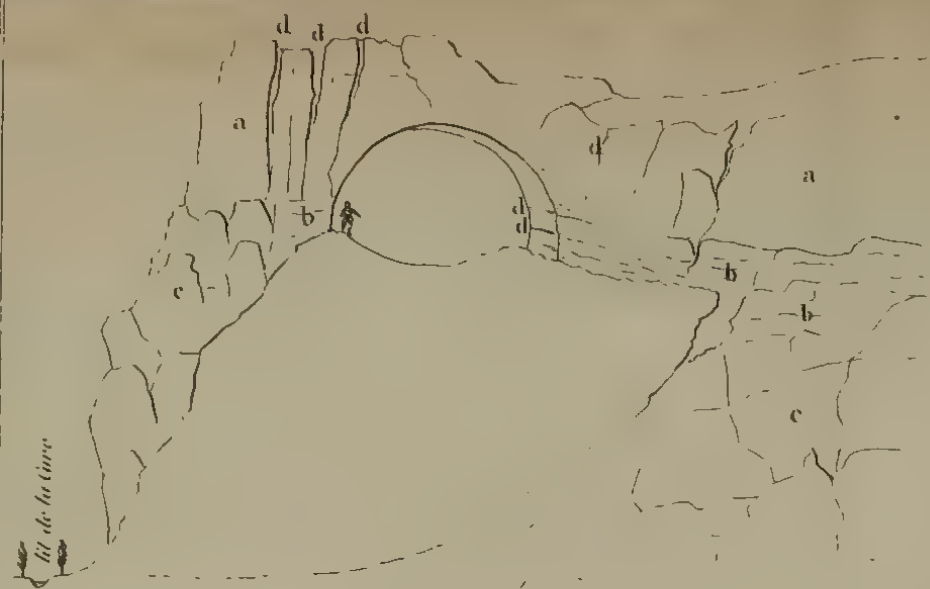
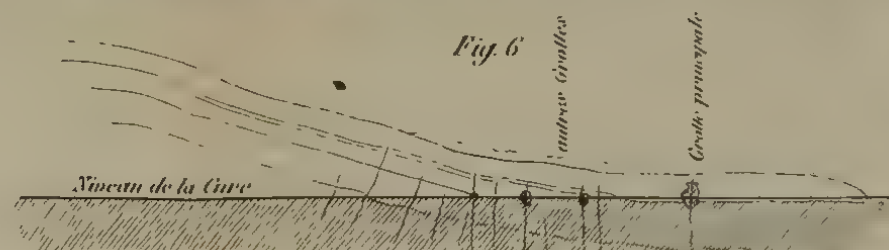


Fig. 1 Arcade naturelle de Pierre Pertuis.



*Fig. 4 Coupe de la Montagne du Larey
suivant la ligne AB du Plan.*



Coteau dans lequel sont creusées les Grottes d'Arcy.

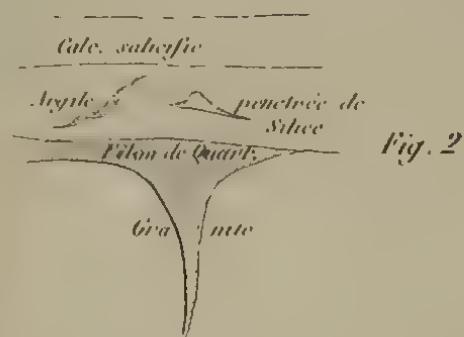
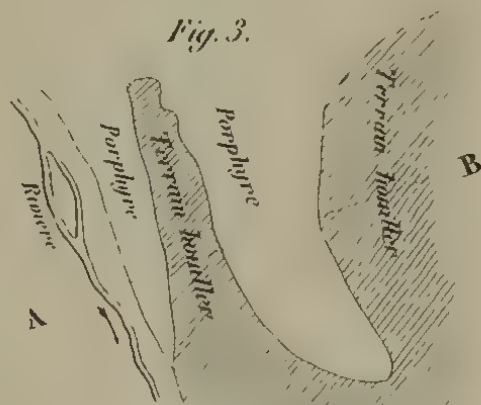
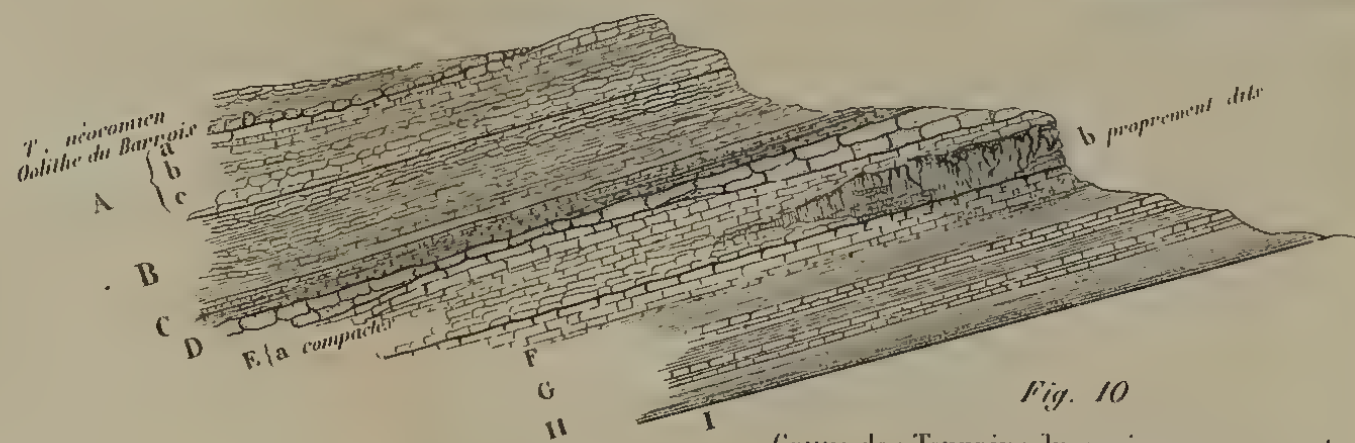


Fig. 2



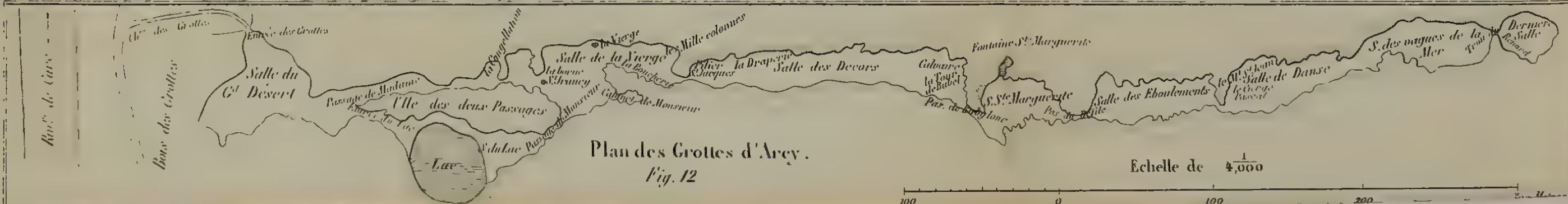
Plan de la Montagne du Larey.



Coupe des Terrains Jurassiques moyen et supérieur.

N.^o les lettres correspondent à celles de la fig. II

Fig. 11 Coupe des Terrains qui composent le Sol du D^t de la H^e Marne, prise dans le sens de leur inclinaison (les hauteurs sont déduites par rapport à l'étendue)

[illegible]

Plan des Grottes d'Arcy.
Fig. 12

Echelle de $4\frac{1}{1000}$

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A AVALLON (YONNE),

du 14 au 24 septembre 1845.

Les Membres qui ont assisté à la réunion sont :

MM.

ARRAUT,
BELGRAND,
BOUCAULT,
BOUESNEL,
BOURJOT-SAINT-HILAIRE,
CLÉMENT-MULLET,
COTTEAU,
DESPLACES DE CHARMASSE,
DURY,
ÉTAULE (D'),
GARIEL,
GIRARD DE CAILLEUX,
HÉBERT,
HÉLIE,
LE GUILLOU,

MM.

LEYMERIE,
MAIRE,
MALINOWSKI,
MICHELIN,
MONDOT DE LAGORCE,
MOREAU,
NODOT,
RATHIER,
RENOIR,
ROBIN-MASSÉ,
ROBINEAU-DESVOIDY,
ROYER,
TROCHEREAU,
VIRLET D'Aoust.

Un nombreux auditoire composé de personnes de la ville a constamment suivi les séances de la Société, et plusieurs d'entre elles ont pris part aux excursions, ainsi que quelques personnes de Semur, notamment

MM.

ARCY (D'), curé de Saint-Lazare à Avallon.
ASSAY (le comte Destutt D'), à Tarroiseau.
BAVOILLOT, instituteur à Semur.
BRUSLÉ, ancien principal du collège d'Avallon.
CHOLLET (de), étudiant à Paris.
COLLENOT, secrétaire de la Société des sciences naturelles à Semur.
CROS, étudiant à Paris.
DESCHAMPS, ancien pharmacien à Avallon.
GAGNIARD, docteur-médecin à Avallon.
GUEUX (Jean-Marie), maître mineur à Maisonneuve.

MM.

LAIGNELET père, docteur-médecin à Avallon.
LAIGNELET fils, docteur-médecin à Avallon.
LIONNET, vice-président du comité d'agriculture à Semur.
MALATE, avocat à Avallon.
MARTIN, principal du collège à Semur.
PAULIN, docteur-médecin à Avallon.
PERREVE, notaire à Avallon.
PRYAN, ancien procureur du roi à Avallon.
RAUDOT, membre du conseil-général à Avallon.
THIBERRY, pharmacien à Avallon.
VILBIDE, docteur-médecin à Avallon.

Séance du 14 septembre.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

Les Membres de la Société géologique présents à Avallon se sont réunis à l'Hôtel-de-Ville à 1 heure de l'après-midi, sous la présidence de M. Michelin, doyen d'âge. On procède par voie de scrutin secret à la nomination d'un président, d'un vice-président et de deux secrétaires.

Sont nommés :

M. MICHELIN *président*, M. DE CHARMASSE *vice-président*, MM. MOREAU et COTTEAU *secrétaires*.

Après que le bureau a été définitivement constitué, M. le Maire d'Avallon est venu exprimer à la réunion le plaisir qu'il avait à la recevoir.

M. le Président a remercié M. le Maire, au nom de la Société, de l'accueil qu'il lui faisait et de la bienveillance avec laquelle il avait mis la salle de l'Hôtel-de-Ville à sa disposition.

M. Moreau propose pour les courses de la Société l'ordre suivant, qui est définitivement adopté.

Lundi 15 septembre, visite à la manufacture de ciment dit romain, de Vassy près Avallon.

Mardi 16 septembre, la Société se rendra à Villiers-Nonains, par Marant, pour visiter le terrain houiller.

Mercredi 17, la Société ira à Vézelay, par Pontaubert et Pierre-Perthuis, où elle examinera des arkoses et des poulingues.

Jeudi 18. De Vézelay la Société se rendra à Vermanton, en passant par Chatel-Censoir, pour voir tous les terrains depuis la terre à foulon jusqu'au coral-rag.

Vendredi 19, visite aux grottes d'Arcy et retour à Avallon.

Le Secrétaire fait la lecture suivante :

Sur la cause de l'existence d'anciens glaciers dans des contrées où il n'en existe plus, et où il ne peut plus en exister aujourd'hui, par M. Rozet.

M. le président de la Société géologique de France, dans sa lettre d'annonce de la réunion extraordinaire pour 1845, dans la ville d'Avallon, dit qu'il existe aux environs de cette ville :

« Des apparences encore très peu explorées d'accumulations » de débris erratiques analogues à celles qu'on a qualifiées de » moraines, l'un des sujets dont la cause est la plus controversée » aujourd'hui parmi les géologues. »

Certainement la cause des stries tracées sur les rochers, identiques avec celles des roches frottées par les glaciers actuels, et de ces apparences de moraines sur des points où on n'a jamais vu de glaciers, et dont la position orogéographique s'oppose à ce qu'il y en ait jamais eu, est un sujet de controverse. Mais les faits se multiplient, et beaucoup d'hommes éminents, à la tête desquels marche le célèbre Agassiz, veulent démontrer l'existence d'anciens glaciers sur tous les points où gisent des lambeaux de débris comparables à des moraines, accompagnés de stries sur les roches voisines, quelle que soit l'altitude des lieux.

Les suppositions d'hivers plus rigoureux que ceux connus, d'une aberration dans la série du décroissement de la chaleur terrestre, de grandes taches sur le globe du soleil, etc., etc., ne suffisent aucunement pour rendre compte du phénomène. D'après ce que l'observation nous a révélé, un glacier, un véritable glacier, capable de former des moraines et de tracer des stries sur les roches, ne peut exister que dans une vallée, et dans une vallée dont l'altitude, à son origine, atteigne au moins la limite des neiges perpétuelles; de plus, il faut que le fond de cette vallée ait une pente assez forte pour que le glacier puisse se mouvoir; au-dessous d'une certaine pente, la glace resterait collée au sol, il n'y aurait pas ce qu'on appelle glacier.

On a reconnu des traces d'anciens glaciers dans les Vosges, dont tous les sommets restent bien au-dessous de la limite des neiges perpétuelles. On en a cité dans d'autres chaînes de montagnes encore moins élevées; s'il en existe dans le Morvan, surtout auprès d'Avallon, le phénomène doit paraître encore bien plus extraordinaire. Je prie mes confrères réunis dans cette ville, et auxquels j'ai grand regret de ne pouvoir me joindre, de bien constater les faits, de voir si les apparences de mo-

raines, si les stries sur les roches sont dans des vallées ou sur le prolongement des vallées; si le fond de ces vallées a une inclinaison assez forte pour que les glaces aient pu glisser. Je me rappelle que M. Élie de Beaumont a fait remarquer l'insuffisance de la pente du fond de certaines vallées dans lesquelles on a cité des traces d'anciens glaciers. On ne connaît dans les Alpes aucun glacier qui se meuve, dans une étendue de 5 kilomètres, sur une pente notablement inférieure à 3°.

Beaucoup de faits parfaitement décrits paraissent prouver cependant qu'il existe des apparences de moraines avec des stries sur les rochers, non seulement dans plusieurs vallées dont la pente du thalweg est très faible, mais encore sur des plateaux, et cela dans des pays où il est physiquement impossible qu'il ait existé des glaciers depuis l'ordre actuel des choses. Si cependant ces faits établissent clairement l'existence d'anciens glaciers, faudrait-il en conclure que notre globe s'est échauffé depuis une certaine époque, au lieu de se refroidir, comme l'annoncent la paléontologie et la théorie de la chaleur; qu'il a existé, à une certaine époque, des hivers plus rigoureux et plus longs que les nôtres, etc.? Non, certainement non; j'aime mieux admettre des mouvements de la croûte terrestre, qui ont diminué l'altitude des lieux où l'on trouve aujourd'hui des traces d'anciens glaciers, et où il est impossible qu'il se forme actuellement des glaciers.

Dans mon travail sur les irrégularités de la structure de la croûte du globe(1), j'ai montré que cette croûte s'était souvent plissée sous l'influence des forces intérieures, dont l'action est permanente; que ces plis avaient donné naissance aux chaînes de montagnes, et que les soulèvements sur certains points avaient dû entraîner des abaissements sur d'autres.

Dans ma note, sur les Alpes Dauphinoises (2), il a été établi qu'où se trouvent aujourd'hui des montagnes de 4,000 mètres de hauteur existait jadis une mer de 1000 mètres de profondeur. Ici, le mouvement de la croûte extérieure qui aurait été de 5000 mètres a suffi pour changer une région tropicale en une région glacée. Si maintenant il s'opérait en sens contraire il produirait l'effet inverse, et les traces des glaciers actuels existeraient dans un pays où il gèlerait à peine. On n'a pas assez arrêté son attention sur l'influence de l'altitude relativement à la tempéra-

(1) *Mémoires de la Société géologique*, 2^e série, t. I.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, 2^e série, t. I, p. 651 et suiv.

ture des lieux ; les animaux intertropicaux n'ont peut-être été détruits dans nos contrées que par l'élévation du sol ; il y a moins de deux mille ans que les éléphants vivaient dans le nord de l'Afrique , où il n'en existe plus un seul aujourd'hui.

Ainsi donc , s'il est bien constaté qu'il existe des traces de glaciers dans les Vosges , dans le Morvan et dans d'autres contrées, dont l'élévation est bien inférieure à la limite des neiges perpétuelles , il faut en conclure que le sol de toutes ces contrées s'est naturellement abaissé ; et si les belles observations de M. Agassiz ne peuvent prouver qu'une grande partie de notre sol supportait jadis un manteau de glace , elles fourniront du moins de nouvelles preuves des grands mouvements de la croûte terrestre , pour lesquels nous avons déjà tant de faits incontestables.

Le secrétaire donne ensuite lecture de la note suivante adressée à M. Michelin.

Sur la formation des récifs madréporiques qui entourent l'île de la Guadeloupe et sur leur prompt reproduction, par M. Duchassaing , médecin à la Guadeloupe.

« Les îles des Antilles sont entourées de falaises souvent à pic, et sur lesquelles les flots de la mer viennent se briser ; cependant de distance en distance on rencontre des plages de sables plus ou moins étendues.

„ Si l'on examine la partie des falaises qui est frappée par les vagues, on remarque qu'elle est d'une couleur rose due aux Nullipores dont elle est couverte, une submersion continuelle n'étant pas nécessaire à leur existence. Les *Nullipora fasciculata* et *cervicornis* sont les plus communs ; mais en se desséchant ils perdent leur couleur rose.

» Lors des marées basses , l'on peut visiter fort loin les plages de sable, en n'ayant de l'eau que jusqu'à la ceinture. Voici ce que l'on remarque à une certaine distance ; le fond de la mer paraît nuancé de toutes sortes de couleurs dues à diverses espèces de zoophytes. Les Madrépores palmé et cervicorne , et les Porites clavaires sont d'un jaune foncé. Les Zoanthes et les Mamillifères couvrant les roches à fleur d'eau sont bleus et verts. Enfin , dans quelques endroits plus profonds se montrent encore d'un rose foncé les Astrées argus et les Méandrines.

» Dans cette promenade on ne foule aux pieds que des corps vivants qui laissent après tout ce qui les touche une matière vis-

queuse et filante, semblable à du blanc d'œuf. Au milieu de cette espèce de croûte, solide quelquefois, et souvent fragile, se trouvent disséminés des Gorgones, des Plexaures, des Halymèdes, des Nésées, etc.

» Tel est l'aspect que présente la mer jusqu'à la ceinture de récifs, que l'on appelle *remparts* ou cayes extérieures, et qui entoure presque entièrement toutes les îles. Dans les très basses marées, on visite facilement ces récifs, et on peut s'y tenir presque à pied sec. Les larges solutions de continuité qu'ils présentent d'espace en espace permettent aux navires d'entrer dans les ports. Ce ne sont pas seulement les Madrépores qui constituent l'ensemble de ces remparts, les Balanes et les Serpules en composent une bonne partie.

» Désireux de connaître la rapidité avec laquelle croissaient les grands Madrépores, je fis briser, il y a quelque temps, à l'anse Williams, près le bourg Saint-François, tous les pieds du Madrépore prolifère, que j'ai trouvés; eh bien, deux mois après, il y en avait un plus grand nombre qu'auparavant. Ce fait, au surplus, confirme une observation du docteur Labat (Voyage aux îles françaises d'Amérique).

» Dans plusieurs localités, et notamment dans la partie nommée le Lamantin, on emploie de la manière suivante les gros polyptères à faire de la chaux. Après les avoir brisés avec des barres de fer, on les met à terre pour laisser tomber en putréfaction la partie animale, puis on les met en tas et on les calcine. »

Séance du lundi 15 septembre,

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

La séance est ouverte à sept heures du soir.

M. Moreau est appelé à rendre compte de la course de la journée.

La Société est partie pour Vassy à 8 heures du matin. Elle a été d'abord visiter, à un kilomètre de la ville, au lieu dit en *Touillon*, une carrière ouverte dans le calcaire à gryphées arquées. Cette coquille s'y présente en abondance; mais les individus ne semblent pas tous appartenir à la même espèce et affectent des formes dont les unes se rapportent à

la *Gryphæa arcuata* de Sow. et les autres à la *Gryphæa Macculochii* du même auteur (1). Les *Ammonites Bucklandi* et *stellaris* s'y sont présentés en fragments très reconnaissables, ainsi que le *Spirifer Walcotii*, des *Terebratula* et des *Pentacrinites*. A deux kilomètres de ce point, la Société a visité, près de l'église Saint-Valentin, une autre carrière ouverte dans le calcaire à gryphées arquées, mais où les fossiles étaient mieux conservés. M. Moreau fait remarquer qu'on n'y trouve plus d'autres gryphées que la véritable *Gryphæa arcuata*, ni d'autres Ammonites que l'*Ammonites Bucklandi*; qu'enfin le *Spirifer* qu'on y rencontre n'est plus le *S. Walcotii*, mais un autre plus petit et moins strié. Pour lui, cette couche serait la partie supérieure du calcaire à gryphées arquées, tandis que la partie exploitée dans la carrière précédente serait la partie inférieure. D'ailleurs cette remarque ne lui appartient pas; elle a été d'abord faite par M. de Charmasse, qui a observé la même distribution de fossiles et la même superposition des deux parties de cette formation aux environs de Nolay (Saône-et-Loire) et dans tout le lias des environs d'Autun.

D'après les indications de M. Moreau, M. Virlet et plusieurs autres membres recueillent des échantillons de calcaire contenant des nids de sulfate de baryte. Ils sont répandus çà et là dans la masse du calcaire qui devient cristallin aux points de contact. Dans les échantillons recueillis, et tous sans liaison entre eux, la Barytine est accompagnée de fer hydraté, de fer carbonaté spathique brunissant et parfois de Pyrite de fer et de Galène.

On a trouvé aussi dans cette carrière des Peignes, des morceaux de bois pétrifié, changés, en presque totalité, en carbonate de chaux: seulement, les cavités sont remplies de poussière d'oxyde de fer. De l'autre côté de la route, la Société visite une autre carrière appartenant, comme celle de Touillon, à la partie inférieure du calcaire à gryphées arquées.

(1) M. Rozet avait déjà signalé en Bourgogne l'association dans le lias inférieur de la *Gryphæa obliquata*, Sow., à la *G. arcuata* (Bull. de la Soc., t. XII, p. 160).

Elle renferme surtout la *Terebratula varians*, le *Cricopora elegans* de Blainville et des tiges d'encrines.

La Société s'est dirigée ensuite vers un champ couvert de débris de Bélemnites. La plus ordinaire est celle qui a été désignée d'abord sous le nom d'*Actinocamax fusiformis* et que M. d'Orbigny a nommée *Belemnites clavatus*. Il ne s'en trouve aucune isolée entière; on ne trouve que la partie alvéolaire ou l'extrémité. Plusieurs espèces sont assez communes: ce sont les *B. umbilicatus* et *Bruguierianus*. Les actions atmosphériques les ont presque toutes fendues longitudinalement. Les autres fossiles qui les accompagnent sont: les *Terebratula numismalis* et *rimosa*, caractéristiques de cette couche; deux *Spirifer*, qui sont différents de ceux du calcaire à gryphées arquées, et dont l'un est très petit; les débris d'Ammonites y sont très abondants et appartiennent aux *Davœi*, *planicostatus*, *fimbriatus* et *hybridus*. On y rencontre aussi des tiges d'encrines rondes, anguleuses ou se rapprochant de celles du calcaire à gryphées arquées. Le système de couches auxquelles appartiennent ces fossiles est supérieur à ce dernier. La roche est un calcaire très argileux.

De là, la Société s'est rendue à la fabrique de ciment de Vassy, où elle a été très bien accueillie par M. Garnier fils, qui a conduit la Société dans la manufacture et lui a montré tous les détails de ce bel établissement. La Société a examiné quelques carrières environnantes, où plusieurs membres ont recueilli des fossiles, mais en petit nombre, le mauvais temps ne leur ayant pas permis de s'y arrêter.

A Vassy, les carrières sont ouvertes dans deux systèmes de couches très différents, l'un éminemment calcaire, d'où l'on extrait toute la pierre à bâtir; l'autre argileux, dont les rares bancs calcaires fournissent la matière première du ciment de Vassy. Le premier, et le plus inférieur, peut se désigner sous le nom de calcaire à *Gryphæa Cymbium*, à cause de l'abondance de ce fossile qui y prédomine. Les Bélemnites y sont aussi très abondantes, mais on n'y rencontre plus le *Belemnites clavatus*. Les fossiles que l'on y trouve assez fréquemment sont les *Ammonites margaritatus*, *A. arcuatus* et *A. fimbriatus*, le *Pecten æquivalvis*, les *Terebratula quadri-*

fida, *T. cingens*, *T. tetraedra*, *T. varians* et beaucoup d'autres se rapprochant du *T. quadrifida*. On trouve encore un *Spirifer* se rapprochant, pour la forme et la taille, du *Spirifer Walcotii*; il y a enfin du bois fossile assez semblable, pour l'état de conservation, à celui décrit plus haut dans l'étage inférieur. Les bancs calcaires sont séparés par des bancs peu épais d'une argile calcarifère. Ce système est surmonté par un étage argileux, d'où l'on extrait le ciment de Vassy, et qui se compose d'une argile schisteuse, très résistante à la carrière et se réduisant, par l'action des agents atmosphériques, en une argile très propre à la fabrication des tuiles. On y rencontre des bancs rares de calcaire très argileux. Leur épaisseur moyenne est de 1 à 2 décimètres. L'inférieur est le plus épais, il atteint de 0^m,40 à 0^m,80; c'est surtout lui qu'on exploite pour en faire du ciment. Ils sont séparés par 3 ou 4 mètres d'argile schisteuse. La carrière que la Société a visitée a présenté toutes les circonstances que l'on vient de mentionner. Elle est exploitée à ciel ouvert. On enlève les bancs de schiste et de calcaire sur une profondeur de 10 à 12 mètres, jusqu'à ce qu'on soit arrivé au gros banc qui fournit le ciment et qui est le dernier que l'on exploite. Le ciment est conduit de là à l'établissement par un chemin de fer.

Dans cette carrière, la Société a remarqué de beaux filons de chaux carbonatée blanche, cristallisée, qui la traversent dans toute son étendue. Les cristallisations sont de formes très variées, et souvent accompagnées de pyrite de fer, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous, ou enclavées dans le calcaire même; M. Moreau en possède un morceau qui contient des cubes de pyrite dans l'intérieur des cristaux de calcaire. M. Virlet voit dans cette association et cet enchevêtrement curieux, assez fréquent dans les filons, la preuve de l'origine commune, et pour lui évidemment plutonique, de la pyrite et du calcaire. Ces fentes sont toutes dirigées parallèlement entre elles, et cela sur toute l'étendue de la montagne, comme s'en est assuré M. Garnuchot, l'un des directeurs de l'établissement. Leur direction générale est celle du soulèvement de la Côte d'Or, ou E. environ 40° N., et leur inclinaison

est toujours vers le N.-O., relevant par conséquent vers le Morvan. Dans un canal creusé dans ce terrain, deux fentes consécutives ont présenté une inclinaison en sens inverse. La Société a observé aussi qu'une faille, qui paraît avoir la même direction, avait donné lieu à un glissement de terrain qui avait abaissé d'un côté les couches à ciment au niveau du calcaire à *Gryphæa Cymbium*. Un membre a découvert dans un des bancs de ciment un fragment d'os bien conservé. Les Ammonites et les Bélemnites que l'on y trouve sont à peu près les mêmes que celles du calcaire inférieur : seulement, elles offrent presque toutes à la surface, ainsi que les autres fossiles, une couche mince de sulfure de fer. Les Ammonites les plus ordinaires sont les suivantes : *Ammonites annulatus*, *Desplacei*, *communis*, assez bien conservées, mais dont on ne peut avoir que le moule intérieur, et les *A. serpentinus* et *heterophyllus*, qui sont grandes, très aplaties, et dont l'on ne rencontre souvent que des empreintes recouvertes d'un enduit pyriteux, que les autres espèces au contraire offrent rarement. Les autres fossiles sont des *Posidonia*, quelques *Aptychus* et des débris de *Sauriens*, tels que des vertèbres, une côte et une mâchoire d'*Ichthyosaurus*. On trouve encore dans cette carrière quelques bois fossiles à l'état charbonneux, dont la cassure terne n'offre plus de traces d'organisation. Ces lignites brûlent avec flamme, et formeraient un excellent combustible s'ils étaient assez abondants pour être exploités. On y rencontre assez fréquemment des troncs aplatis, que les ouvriers désignent sous le nom de *planches*. Ces planches ont 3 ou 4 mètres de long, 0^m,4 à 0^m,7 de large et une épaisseur de 0^m,03 à 0^m,04. Elles sont disposées dans le sens de la stratification.

Les alternances de schiste et de calcaire se prolongent sur toute la hauteur de la butte de Vassy, c'est-à-dire sur à peu près 80 à 100 mètres : seulement, à une certaine hauteur, les fossiles changent. A 20 mètres, par exemple, on rencontre dans les petits bancs calcaires les *Ammonites Walcoti*, *elegans*, *cornucopia* et plusieurs autres espèces. La seule *Belemnites* qu'on y rencontre est presque cylindrique et offre une dépression longitudinale. Souvent elle

est recouverté d'une croûte qui semblerait être du sulfate de chaux, très abondant d'ailleurs dans ce terrain, et qui serait dû à la décomposition des pyrites. Les autres fossiles sont la *Fungia mactra*, les *Nucula Hammeri* et *rostralis*, le *Turbo ornatus*, un *Pleurotomaria* assez rare, plusieurs autres coquilles turbinées, de très petits *Pecten*, dont on ne voit que le moule intérieur, enfin une *Posidonia* rarement bien conservée.

Malgré le temps pluvieux, la majeure partie de la Société s'est dirigée vers Tour-de-Pré. Le village est situé sur une colline en regard de Vassy; la petite vallée qui les sépare est creusée dans le calcaire à *Gryphæa Cymbium*. En montant, la Société retrouve, comme à Vassy, les argiles schisteuses et les bancs à ciment, dont les tranches affleurent dans le chemin. La Société visite ensuite deux carrières situées, l'une à droite, l'autre à gauche du chemin du village qui suit la crête de la colline. L'une est creusée dans le calcaire à entroques; l'autre l'est dans une couche qui lui est superposée, et qui consiste en un calcaire bleuâtre compacte, qui contient des oolites d'oxyde de fer et qui présente tous les fossiles que l'on rapporte ordinairement à l'oolite ferrugineuse. Les plus communs sont : les *Terebratula biplicata*, *T. globata*, *T. inflata*, *T. concina* et *T. spinosa*, plus rare que les précédentes. On y trouve assez rarement une Bèlemnite qui pourrait se rapporter au *bessinus* ou au *canaliculatus*. On y rencontre aussi l'*Ammonites Mortensis* et plusieurs autres non décrites, un *Nautilus* assez rare, de nombreux *Gervillia*, quelques *Trigonia*. En descendant pour retourner à Vassy, la Société a visité un autre monticule composé en grande partie comme ceux de Vassy et de Tour-de-Pré, mais dont le sommet est composé d'une espèce d'argile, très chargée de grains de quartz, et peut-être de *mica*, qui lui donnent l'aspect d'un grès. Ce grès se trouve à la partie supérieure des marnes à ciment. En descendant de cette butte et en remontant sur celle de Vassy, la Société a retrouvé la succession des couches indiquée plus haut. De Vassy elle est ensuite revenue à Avallon.

Après cet exposé, le secrétaire donne la coupe théorique

du terrain de lias parcouru dans la journée, indiquant leur ordre de superposition et leur épaisseur présumée au maximum :

Calcaire à entroques.	10 mètres.
Marnes schisteuses avec bancs de calcaire à ciment..	50
Bancs calcaires à <i>Gryphæa Cymbium</i>	5
Marnes argileuses sans fossiles à septaria calcaires..	50
Les mêmes marnes avec bancs calcaires très argileux à <i>Belemnites clavatus</i>	3
Calcaire à gryphées arquées.....	5
Calcaire infra-lias.....	5
Arkoses.....	

Il fait ensuite remarquer que la seule couche sur laquelle la Société ait passé sans la voir est l'assise argilo-marneuse sans coquilles, qui sépare, dans la coupe, la couche à *Belemnites clavatus* de la couche à *Gryphæa Cymbium*. Cette couche constitue la colline sur laquelle la Société est montée en se rendant de St-Valentin au plateau sur lequel est bâti le village même de Vassy.

Quant à préciser où finit le lias et où commence l'oolite inférieure, M. Moreau ne pense pas qu'on puisse séparer du lias le calcaire à *Gryphæa Cymbium*, ni les marnes qui lui sont supérieures.

M. Cotteau est du même avis, et en cela il se conforme à l'opinion de M. d'Orbigny, qui après avoir étudié l'étagé liasique sur beaucoup de points, a compris dans le lias toutes les couches inférieures au calcaire à entroques.

M. Leymerie répond que cette question est très grave, qu'elle a été fortement agitée à l'époque où M. Élie de Beaumont eut à se prononcer sur le même sujet, à l'occasion de la carte géologique de France; qu'après y avoir bien réfléchi, ce savant s'était décidé à ne pas comprendre les couches à *Gryphæa Cymbium* dans le lias; que c'était surtout la comparaison des terrains d'Angleterre et de France qui l'avait décidé, et que c'était la seule coupure entre le lias et le terrain oolitique inférieur qui pût s'appliquer à ces deux pays.

M. Cotteau dit que les fossiles sont pour lui un des guides

les plus sûrs pour la classification des terrains et des diverses assises que la Société a eu occasion d'étudier. Si on considère les fossiles des terrains observés aujourd'hui, on verra que certains fossiles caractéristiques passent des couches à *Belemnites clavatus* à celles à *Gryphæa Cymbium*, tels que les *Spirifer*, l'*Ammonites fimbriatus* et *margaritatus*, les *Belemnites umbilicatus* et *Bruguierianus*, fossiles qui ne remontent pas plus haut et ne se trouvent que dans ces deux couches.

M. Leymerie répond que les fossiles ne sont pas pour lui un caractère toujours bien sûr, et qu'il préfère s'en rapporter aux raisons qui ont déterminé M. Élie de Beaumont; à Avallon la Société ne voit qu'un seul lieu, tandis que ce géologue ne s'est prononcé qu'après avoir suivi les couches d'Angleterre en France, qu'après avoir observé celles qui semblaient mieux conserver le même caractère par leur nature et par leurs fossiles dans les deux pays.

M. Moreau dit qu'il est loin de vouloir juger les faits observés en Angleterre, et classer des terrains qu'il ne connaît pas d'après ce qu'il a vu aux environs d'Avallon: seulement, il ajoute que la série des terrains observés aux environs d'Avallon existe aussi dans tout l'Auxois; que la Société pourra la voir prochainement à Semur, et que M. de Bonnard l'a observée aussi sur toute la zone du lias qui entoure le massif granitique du Morvan.

Séance du 16 septembre 1845.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

La séance est ouverte à 7 heures du soir.

M. Moreau met sous les yeux de la Société un échantillon de pyroméride trouvée pour la première fois en France, au ballon de Giromagny, par M. Rameau fils, en 1845.

La Société a commencé par visiter les Chaumes près d'Avallon, localité signalée par M. de Bonnard comme un gisement d'arkose et coquillière. La plupart des membres en

ont recueilli des échantillons, avec des empreintes de *Gryphæa*, d'*Ammonites*, de *Spondylus*, de *Spirifer*, de *Pentacrinites*, etc. On y a rencontré à peu près toutes les coquilles du calcaire à gryphées arquées, moins les *Bélemnites*, qui se trouvent très rarement dans la partie inférieure de ce calcaire, dont l'arkose serait, suivant M. Moreau, l'équivalent. Les coquilles ont perdu leur test, et n'ont laissé que des empreintes extérieures et intérieures qui sont d'une grande netteté. La roche qui les renferme est éminemment quartzreuse, avec des nids et des taches de barytine; quelquefois le vide de la coquille en est rempli; assez souvent aussi il est tapissé de cristaux de silice. La cassure de la roche tire sur le gris verdâtre. Dans l'endroit où la Société a récolté les premiers échantillons, ils reposaient sur l'arkose granitoïde. Ils proviennent tous vraisemblablement de blocs situés plus haut et constituant une partie du sol du bois communal appelé le Bois-Dieu. Là ils reposent sur des calcaires lumachelles de l'infra-lias, fait que la Société n'a pas eu le temps de remarquer: ce qui coïncide parfaitement avec le fait signalé à Semur, dans la mine de fer de Thoste, par M. J. M. Gueux, directeur. (Voir plus loin le compte-rendu des séances à Semur.)

La Société a reconnu, dans plusieurs carrières ouvertes sur le plateau des Chaumes, que l'arkose granitoïde en constitue toute la surface; puis elle a traversé la vallée du Cousin, creusée entièrement dans le granite, pour retrouver encore aux Pannats, à la même hauteur que sur les Chaumes, les mêmes couches mieux développées. Là, M. Moreau a fait remarquer à la Société le passage du granite à l'arkose granitoïde, par l'injection de filons de quartz et de barytine. A ces filons se lient de petites assises horizontales de silice et de barytine, s'étendant au milieu du granite, qui présente alors une apparence arénacé. Les assises deviennent de plus en plus nombreuses à mesure que l'on s'élève; elles augmentent aussi de puissance, et finissent par constituer une masse d'arkose granitoïde, qui a quelquefois jusqu'à 2 ou 3 mètres d'épaisseur.

Cette arkose renferme, outre la barytine, qui souvent est prédominante, du fluaté de chaux et de la galène. Au-des-

sus de cette masse, la Société a remarqué l'argile de l'infra-lias, durcie au contact de l'arkose. L'argile pénétrée de silice a environ 70 à 80 centimètres d'épaisseur. Plusieurs membres ont pu se procurer des échantillons présentant à la fois l'arkose granitoïde et l'argile durcie. M. Virlet a fait observer des filons de cette argile durcie, pénétrant dans l'arkose granitoïde, qu'il regarde comme n'étant là que le granite un peu altéré et réagré par la silice. Au-dessus, cette argile, à l'état ordinaire, alterne avec des bancs de calcaire siliceux, dans lequel on peut reconnaître les coquilles du calcaire lumachelle, de l'infra-lias, surtout dans les échantillons exposés depuis longtemps à l'influence des agents atmosphériques. Enfin, on trouve sur une surface de deux ou trois ares, recouvrant tout le système précédent, le calcaire lumachelle de l'infra-lias non altéré. Le mauvais temps a empêché la Société de pouvoir observer tous ces faits avec détail.

En montant dans Marant, le terrain présente un granite passant au gneiss et contenant des cristaux de feldspath d'une grande dimension. Quelques uns atteignent jusqu'à 10 centimètres. C'est dans cette roche que se trouve un filon de 3 à 4 mètres de puissance, d'un porphyre rouge quartzifère chargé de pinite. Les cristaux de feldspath sont très altérés, et la pinite souvent décolorée. Pour le voir mieux développé, la Société s'est transportée à un autre point du même village, situé au N.-O. La roche était la même, mais moins altérée. Le porphyre s'étend sur une longueur de 4 à 5 kilomètres de Marant à Magny; c'est au moulin Cadoue, à l'endroit où il traverse la rivière, qu'il est plus facile de l'observer. Les deux rives présentent des escarpements où le filon atteint 20 mètres de puissance. Sa direction, relevée par M. Virlet, est N. 12 à 13° O.

De Marant, la Société est allée à Villers-Nonains, en s'arrêtant seulement à un kilomètre de Marant, pour voir une roche noire, d'apparence granitoïde, très dure, renfermant beaucoup de mica et pénétrée de filons d'une autre espèce de roche granitoïde blanche. Le gneiss s'est présenté dans les pierres cassées pour l'entretien de la route. A Auxonne,

on a pu le voir en place. A Villiers-Nonains, une partie des membres de la Société s'est rendue à une fouille faite dans le terrain houiller, près de la rivière du Trinquelin. La roche la plus abondante qu'on observe dans les déblais de la fouille est un schiste très quartzeux, traversé par des filons de quartz. Le reste est composé de blocs de grès houiller, à éléments grossiers, passant au poudingue et renfermant des lits de schiste avec des traces de combustible. L'entrée de la galerie a présenté les mêmes roches, dont les couches se relèvent presque verticalement, dans le sens de la vallée, c'est-à-dire de l'E. à l'O. Il est demeuré évident pour la Société que la fouille avait été mal dirigée, puisque après avoir percé perpendiculairement à leur direction les couches du terrain houiller, on était arrivé aux roches qui devaient constituer originairement un terrain inférieur et qu'on y a continué la galerie. La direction de cette bande de terrain houiller étant perpendiculaire à la rivière du Trinquelin, les escarpements de la rive opposée à celle où se trouve la fouille présentent une coupe intéressante, où la Société a retrouvé les mêmes couches.

Cette bande houillère, qui commence à Villers-Nonains, s'étend en ligne droite jusqu'à Ruffey, près de Semur, en montrant des affleurements de schistes et de grès sur toute la ligne. On a même commencé à la Charmée à extraire du combustible; mais la couche, qui paraissait d'abord présenter quelques chances de réussite dans l'exploitation, s'est bientôt trouvée épuisée. Le combustible était une houille très sèche tout-à-fait impropre aux travaux de forge, mais qui était très avantageuse pour la cuisson du ciment de Vassy. Le mauvais temps empêcha la Société d'aller plus loin visiter les porphyres qui se montrent de chaque côté de cette bande houillère. La direction du filon de porphyre décrit plus haut coupe celle du terrain houiller presque à angle droit.

M. Virlet fait remarquer la ressemblance frappante du terrain houiller de Villers-Nonains avec celui de Saône-et-Loire; il s'appuie ici sur des schistes dioritiques modifiés, qui paraissent même passer plus haut à une véritable diorite, ainsi que l'annoncent les blocs roulés par la rivière. Il

considère aussi le granite observé près de Marant comme une modification de schistes micacés, identiques avec ceux qu'on observe sur quelques points du département de Saône-et-Loire; le schiste prend aussi la texture gneissique par suite d'injections latérales de quartz, entre les feuillets de la roche. A Villers-Nonains même, un bloc lui a fourni la confirmation de cette manière de voir.

M. Hébert fait remarquer que les observations faites pendant cette course sur le terrain d'arkose confirment la théorie exposée depuis longtemps par M. Moreau sur leur mode de formation (1).

M. Moreau reprend succinctement la manière dont il conçoit la formation des arkoses. La roche appelée arkose coquillière ne serait pour lui qu'un mélange de calcaire, qui se déposait, avec le produit des éruptions quartzeuses qui avaient lieu en même temps, ou peu de temps auparavant, et qui couvrait le fond de la mer où se déposaient les calcaires.

M. Virlet répond que tout ce que la Société a pu observer jusqu'ici lui semble bien démontrer que l'injection de la silice n'a eu lieu que postérieurement à la formation des couches qui s'en trouvent modifiées. Ce que l'on appelle ici, très improprement selon lui, des arkoses ne sont que différentes roches métamorphisées à une même époque par la pénétration du quartz; phénomène du reste assez fréquent dans la nature et dont il a décrit des exemples très remarquables aux environs de St-Etienne (Loire). Là ce sont les schistes anciens et les roches houillères qui ont particulièrement été injectées (2).

M. Moreau répond que les éruptions quartzeuses ont eu lieu pendant toute la durée de la formation du lias, puisqu'aux Pannats on trouve des couches bien réglées de calcaire coquillier, pénétrées de silice et de barytine, alternant avec des bancs d'argile non altérée : donc pour lui ces couches sont contemporaines des éruptions quartzeuses; car si

(1) *Bull. de la Soc.*, 1^{re} série, t. X, p. 249.

(2) *Bull. de la Soc.*, t. I, 2^e série, p. 831.

la pénétration avait eu lieu par l'action de filons venant de bas en haut, les argiles auraient été altérées comme les calcaires. Il faut observer de plus que le tout repose sur l'arkose granitoïde, que c'est seulement au contact qu'une portion de l'argile est pénétrée de silice, et que par conséquent l'action pénétrante de la silice, venant d'en bas, n'a eu aucune influence dans la formation des bancs calcaires siliceux qui alternent avec l'argile.

M. Virlet soutient, au contraire, que cette transformation siliceuse est due à une pénétration postérieure de la silice, surgie en même temps que les différentes substances métalliques et minérales essentiellement plutoniques qui l'accompagnent ordinairement. Il ne comprendrait pas comment les coquilles fossiles des couches modifiées auraient pu vivre dans les parages où des éjections de quartz, de sulfures de plomb et de fer, de fluorine, de barytine, etc., se seraient opérées en même temps que les couches qui les renferment se déposaient. La haute température seule qu'exigeait le surgissement de semblables matières aurait suffi pour rendre leur existence impossible, quand bien même on n'admettrait pas qu'elles étaient accompagnées de substances acides qui devaient rendre le milieu où elles surgissaient tout-à-fait impropre au développement des êtres organisés. Le fait du remplissage de quelques coquilles par de la barytine ou par du quartz cristallisé, fait signalé aux Pannats par M. Moreau lui-même, paraît d'ailleurs à M. Virlet tout-à-fait démonstratif de la postériorité du phénomène.

Il arrive très souvent, comme c'est ici le cas, sur plusieurs points, que dans les injections analogues, certains bancs n'en sont pas affectés, tandis que d'autres placés au-dessus sont au contraire tout-à-fait pénétrés; il suffit pour cela d'une simple différence dans la structure des roches, ou de toute autre circonstance qu'on ne peut pas toujours apprécier à la surface. Certaines hyalomictes schisteuses, par exemple, se présentent parfois en zones isolées au milieu des masses schisteuses, dont elles ne sont que des parties modifiées par des injections quartzeuses latérales tout-à-fait analogues.

Quant à la séparation des substances congénères, c'est, ajoute M. Virlet, un phénomène fréquent dans les terrains métallifères et à filons; il en a cité des exemples remarquables dans les mines de plomb argentifère de Macot et des Cévennes, et dans les filons de quartz ferrugineux de La Tour, près St-Étienne (*Bull.*, t. I^r, 2^e sér., p. 810 et 836). Ainsi l'isolement de la baryte et des autres substances qui l'accompagnent n'a rien, selon lui, qui puisse surprendre; ces substances ont bien pu aller se loger à de grandes distances dans les cavités, soit du calcaire à gryphées, soit de tout autres roches, pendant que la silice, qui lui a très probablement servi de flux, restait dans les filons générateurs, ou ne s'étendait que fort peu dans les roches voisines de ces filons. Il a expliqué, dans le mémoire précédemment cité, la tendance qu'a surtout eue la silice à se séparer des autres substances avec lesquelles elle a surgi. Quelle que soit au surplus la manière d'envisager ces phénomènes de pénétrations siliceuses et métalliques, comme elles ne dépassent pas dans ce pays certaines couches, elles lui paraissent susceptibles d'y amener l'établissement d'un *horizon géologique*, qui pourrait peut-être mettre, par la suite, sur la voie de certains faits dont on n'a pas encore la clef.

M. Leymerie dit que, pour lui, l'arkose est, comme pour M. Moreau, l'effet d'eaux thermales quartzifères, mais qu'il partage l'opinion de M. Virlet sur la formation de la roche des Chaumes, et qu'il croit qu'elle est le résultat d'une modification des couches calcaires déjà déposées. Pour lui, les traces de barytine trouvées à différentes hauteurs dans le lias seraient aussi la conséquence des émissions de quartz venues postérieurement. Il cite, comme présentant un fait identique, les géodes de Couzon (Rhône). Outre la barytine, elles renferment de la silice cristallisée en aiguilles, et on croirait, si l'on ne connaissait pas le gisement, qu'elles proviennent de roches ignées.

M. Moreau dit qu'il n'a jamais rencontré la silice avec la galène et la barytine dans le lias des environs d'Avallon; que du reste il attribuait cette absence de la silice à une sorte de départ qui aurait eu lieu au contact des eaux char-

gées de calcaire. Il croit les géodes de Couzon formées par des éruptions postérieures au dépôt des couches calcaires.

M. Virlet fait observer que cette formation de géodes et de rognons de substances particulières au milieu de couches calcaires ou argileuses, se rapporte au phénomène *des déplacements moléculaires* dont il a entretenu précédemment la Société (*Bull.*, t. II, 2^e sér., p. 198) ; il n'a par conséquent rien de commun avec celui des injections plutoniques.

M. Virlet donne ensuite lecture de la note suivante.

Sur la nécessité de supprimer en géologie le mot ARKOSE.

Je n'ai jamais mieux compris les inconvénients du mot *arkose* que depuis que je suis arrivé à Avallon ; car les significations toutes différentes que chacun semble vouloir lui attribuer me paraissent de nature à amener une véritable confusion, très fâcheuse pour la science.

M. Brongniart, en créant le mot *arkose* pour désigner certaines variétés de grès, lui a donné un sens plutôt minéralogique que géologique ; il l'a caractérisé comme étant une *roche d'agrégation hétérogène, à texture grenue, essentiellement composée de grains de quartz hyalin et de grains de feldspath ou laminaire, ou compacte, ou argiloïde*. Si ce nouveau nom ainsi défini avait un certain avantage pour classer minéralogiquement des grès exclusivement composés de quartz et de feldspath à divers états, il avait de graves inconvénients sous le rapport géologique : d'abord, parce que rien n'étant plus variable que les roches d'agrégation mécanique, il peut se faire qu'une même masse de grès à l'état d'*arkose* à la partie inférieure devienne un *grès psammite* ou un *grès macigno* à la partie supérieure, ou passe même à un *poudingue*, en sorte qu'une même roche, un même banc devrait recevoir plusieurs noms si l'on ne voulait pas confondre sous un seul différentes espèces ou variétés minéralogiques.

Un autre inconvénient, plus grave, selon moi, de considérer les roches seulement sous le rapport minéralogique, c'est de faire souvent confondre des choses qui, bien que composées des mêmes éléments, peuvent cependant être géologiquement très différentes. Ainsi la plupart des grès dévonien et houillers étant de véritables *arkoses* minéralogiques, devraient se trouver réunis, d'après ce principe, aux différents grès du trias et d'autres formations plus récentes, avec des grès tertiaires et même avec des sables tout-à-

fait récents, auxquels il ne manque que la cohésion pour former de véritables arkoses.

M. d'Omalius d'Halloy, dans sa nouvelle classification *des roches considérées minéralogiquement*, a encore étendu la signification du mot arkose. Il l'applique, non seulement aux roches d'aggrégation, mais aussi aux roches cristallines composées de quartz et de feldspath; en sorte que pour lui certaines pegmatites, et entre autres les pegmatites hébraïques, certains greisens, etc., sont aussi des arkoses minéralogiques. Il a donc augmenté un peu plus les inconvénients géologiques de ce mot.

M. de Bonnard, dans son excellente *Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne*, a donné à l'arkose une signification toute géologique; et si l'on se reporte à l'époque déjà fort ancienne où il a cherché par cette désignation à caractériser un terrain qui n'avait pas encore été classé géologiquement, l'emploi du mot arkose, dans ce sens, quoiqu'un autre lui eût été préférable, était beaucoup plus spécieux; car il avait pour but de faire entrer dans la série géologique un nouveau terme qui pouvait avoir autant de valeur qu'en avait alors le mot *alpin*, qui cependant a fini par disparaître de la nomenclature du moment où l'on a eu reconnu que les calcaires et les grès dits alpins ne formaient pas un terrain particulier, mais devaient être rapportés, soit au terrain jurassique, soit au terrain crayeux.

Sous le nom d'arkose, M. de Bonnard a particulièrement compris des roches agrégées ou friables, formées de débris granitiques, reposant immédiatement sur le granite lui-même, et offrant parfois avec celui-ci une espèce de passage plus apparent que réel, mais qui s'explique d'autant plus facilement que souvent ces masses incohérentes, nommées *Arène* ou *Krain* dans différentes localités de la Bourgogne, et *Gore* dans les environs de Lyon, ne sont que du granite désagrégé sur place ou remanié par les eaux. Dans le premier cas, je ne vois pas la nécessité d'enlever au granite altéré, mais resté en place, son nom pour lui en substituer un autre; dans le second, il y a à envisager l'époque et le mode de remaniement, qui peuvent être bien différents, suivant les localités.

Les arkoses résultant du remaniement sont-elles contemporaines ou presque contemporaines de l'époque granitique? Ont-elles une origine analogue à celle de certains conglomérats trachytiques et basaltiques auxquels le surgissement des trachytes et des basaltes ont donné lieu? C'était l'opinion de Boblaye, qui, dans un article sur l'*Arkose*, inséré dans le *Dictionnaire pittoresque d'histoire*

naturelle, cite, aux environs de Nantes et de Pontivy, des arkoses en veines et en filons dans les schistes anciens, comme le granite lui-même. Je pense, au contraire, qu'une partie des arkoses de la Bourgogne ont une origine arénacée, à la manière des grès ordinaires, et appartiennent en grande partie aux grès keupériens inférieurs de ce pays (grès keupériens moyens des Vosges); grès qui, lorsqu'ils ne sont pas modifiés, sont généralement à teintes blanchâtres ou verdâtres, le plus souvent à l'état d'arkose proprement dite, mais quelquefois passant à des grès siliceux voisins des quartzites. Ces arkoses keupériennes reposent fréquemment sans intermédiaire sur le granite, comme, par exemple, à Remilly, près de Sombornon, où MM. Dury, de Chollet et moi nous avons pu les observer en allant visiter les carrières de granite qu'on y exploite pour le pavage des rues de Dijon. Là ces grès arkosiens sont recouverts par les marnes irisées, avec gypses, etc.; mais ailleurs ils paraissent tout-à-fait indépendants. C'est ainsi qu'on les observe isolés, reposant immédiatement sur le granite aux environs d'Autun, à Auxy, à Saint-Emiland, dans les bois de Montjeu, etc. Dans le Charolais, les fameux grès des Bois-Francis qu'on exploite pour pavés, pour meules, et comme pierres réfractaires, appartiennent aux arkoses keupériennes et affectent les mêmes circonstances géologiques qu'aux environs d'Autun.

L'*Arkose chromifère* des Ecouchets (Saône-et-Loire) appartient, au contraire, au grès bigarré, qui, dans cette localité, a été modifié par des pénétrations et injections siliceuses chromifères postérieures, exactement comme le lias, l'infra-lias et les autres terrains des environs d'Avallon l'ont été sur plusieurs points par des phénomènes siliceux analogues, mais où la barytine, la fluorine, les sulfates de cuivre, de fer et de plomb, l'hydrate et le carbonate de fer, etc., ont remplacé l'oxyde de chrome.

Enfin la plupart des géologues du pays donnent encore au mot arkose une valeur tout-à-fait différente des significations que je viens de passer succinctement en revue; ils l'appliquent au phénomène de silicification désigné ci-dessus, et ils l'appellent *phénomène arkosien*: or, comme ce phénomène a affecté à la fois plusieurs terrains, il en résulte que voilà le mot arkose devenu en quelque sorte synonyme de *métamorphisme*. Sans doute on conçoit que des roches, bien que très différentes entre elles, ayant été modifiées postérieurement à leur formation, par les mêmes agents plutoniques, aient pu acquérir certains caractères d'analogies minéralogiques; mais je ne vois aucun motif raisonnable pour donner à la fois au calcaire à gryphées arquées, resté d'ailleurs si bien ca-

ractérisé par tous ses autres fossiles, aux argiles et aux calcaires coquilliers infra-liasiques, ainsi qu'aux grès et aux arènes, le nom générique d'arkose, par cela seul que ces roches ont, les unes et les autres, été affectées des mêmes modifications, quand surtout un peu plus loin on se trouve obligé de leur conserver leurs noms, parce que là elles n'ont subi aucun changement. Il suffirait donc d'ajouter tout bonnement une épithète pour indiquer ces modifications et la manière dont on peut les concevoir, comme, par exemple *grès, lias silicifiés; arène, argile, lumachelles silicifiées*, etc.

En résumé, le mot arkose est un de ces mots malheureux, sans valeur, qui ne servent qu'à embrouiller les questions, et à susciter des discussions interminables et sans but. Je crois donc que s'il peut être encore conservé en minéralogie, pour désigner une certaine variété de grès à éléments définis, il faut s'empresse de le bannir de la nomenclature géologique, par suite de la difficulté de pouvoir lui donner un sens géologique précis et qui puisse être adopté par tout le monde (1).

M. Michelin annonce avoir reçu plusieurs échantillons de marbre de la fabrique de M. Hélie à Noyers, et offerts par ce dernier à la Société. Les marbres ont été extraits de carrières situées à Cours près Noyers, et exploitées par M. Honoré Gariel.

M. Rathier, qui a visité ces carrières, dit que les couches qui fournissent le marbre sont situées entre la grande oolite et l'Oxford clay. Il constitue tantôt un accident dans un calcaire jaunâtre, comme à Noyers même, tantôt, comme à Cours, ce sont des couches qui ont de 20 à 50 centimètres d'épaisseur. La position de ce marbre est constante; à Châtel-Gérard, à Fulvy, à Royers, à Cours, il repose immédiatement sur la grande oolite. Dans l'arrondissement de Tonnerre, au-dessus des couches contenant ce marbre, se trouvent des bancs de calcaire et d'argile renfermant d'immenses quantités de Térébratules et de Polypiers, et supportant l'argile d'Oxford.

M. Virlet ajoute que la veille, après avoir quitté la

(1) Voir les diverses opinions émises sur ce sujet à la Réunion extraordinaire à Autun, en 1836, *Bull. de la Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. VII.

Société à Vassy, à l'instant où elle retournait à Avallon, il s'est rendu seul à la carrière du Buisson-des-Varennés, située près de Lucy-le-Bois, pour observer des calcaires semblables aux marbres de Noyers, et reposant, comme ces derniers, immédiatement au-dessus de la grande oolite. Il a reconnu que cette carrière, appartenant à M. Honoré Gariel, et que sans le mauvais temps la Société devait aussi visiter, aboutissait précisément vers l'E. à une grande faille dont les circonstances du terrain ne lui ont pas permis de reconnaître la largeur et la hauteur. Elle est remplie par une argile plastique jaunâtre, renfermant des blocs et des débris calcaires plus ou moins volumineux, détachés du terrain. M. Virlet se proposait d'examiner les calcaires rouges, dont les échantillons trouvés à Vassy avaient excité sa curiosité. Malheureusement, les bancs, nuancés de teintes rubiginieuses, ne forment là que les assises les plus superficielles, et ne permettent pas de bien juger des phénomènes qui ont déterminé cette coloration.

Séance du vendredi 19 septembre 1845.

PRÉSIDENTE DE M. MICHELIN.

La séance est ouverte à 7 heures du soir.

M. Moreau, secrétaire, rend compte de la course du mercredi 17 septembre.

La Société, au sortir de la ville, sur la nouvelle route de Paris, au lieu dit la Croix-Sirot, a visité un dépôt d'argile renfermant des cailloux et des blocs arrondis. Les uns sont des silex tout-à-fait analogues à ceux de la craie, les autres des grès passant à des poudingues à ciment siliceux. Ce dépôt repose ici sur le calcaire à gryphées arquées; au Gros-Mont, près Taroiseau, sur la grande oolite, et à Châtel-Censoir, sur le coral-rag.

La Société s'est rendue de là à Pontaubert. Avant d'arriver au village, elle a visité une carrière ouverte dans l'arkose, et dans laquelle plusieurs membres ont recueilli des échantillons contenant de la galène, de la fluorine et de la barytine.

En descendant la petite vallée qui conduit au village, on a reconnu dans la tranchée de la route les couches suivantes en allant de haut en bas : sables diluviens appartenant à un dépôt de cailloux roulés qu'on retrouve dans l'intérieur même du village ; calcaires pénétrés de silice et de barytine ; arkose granitoïde, puis l'arène et enfin le granite. Le village même est situé sur un monticule dont la base est granitique, et qui est composé, sur une élévation de plus de 20 mètres, de sables et de cailloux roulés. Ces sables se montrent de tous les côtés; la Société en observe une fort belle coupe dans une fouille nouvellement faite au milieu du village pour les fondations d'une maison.

La voici telle qu'elle a été recueillie par M. Virlet. Le fond de l'excavation montre une assise de 7 pieds de gros sable assez uniforme; au-dessus vient une autre assise de 2 pieds de sable plus gros, avec de gros galets irrégulièrement mélangés, puis un second lit de sable sans galets; au-dessus une deuxième zone de gros sable avec un mélange de gros galets; enfin le dépôt se termine par 6 à 7 pieds de sable comme l'assise du fond, mais renfermant çà et là quelques blocs anguleux de granite ou de pegmatite; on remarque aussi dans cette assise des grains de limonite. Ces sables sont entièrement formés de détritiques granitiques, et parmi les blocs plus ou moins volumineux qu'ils renferment, on en distingue de granite, de gneiss, de pegmatite, de quartz et d'arkose, mais jamais de calcaire.

La Société tout entière ne voit là qu'un phénomène diluvien qu'explique la position même du dépôt. Il est placé, en effet, au débouché d'une vallée granitique très étroite, dans une plaine, en face de montagnes calcaires qui ont dû contribuer, avec l'élargissement du lit de la rivière et la pente moins torrentielle, à déterminer ce dépôt. Amené là par une catastrophe soudaine, une crue extraordinaire et subite des eaux du Cousin, les cailloux et les sables ont naturellement dû s'y arrêter et s'y amonceler. L'absence de calcaire et la nature des débris composant ce dépôt concordent parfaitement avec cette explication, car ce sont précisément ceux des roches qui forment les deux rives du Cousin, dépour-

vues de calcaire jusqu'à Pontaubert. Ainsi tout semble indiquer que la cause qui a amené là cet énorme dépôt venait du massif du Morvan, et personne n'a eu la pensée que ce pouvait être une moraine. En descendant la rivière, la vallée est couverte, sur une épaisseur de plusieurs mètres, de sables et de cailloux qui se relient très régulièrement avec ceux de Pontaubert. On peut en voir une belle coupe dans la berge de la rivière près de la papeterie au Vault. A une lieue plus bas, à Vallone, ces dépôts diminuent d'épaisseur, ne se trouvent plus dans la vallée qu'à la hauteur des grandes eaux, et ne se présentent plus alors que comme un phénomène alluvien.

Au sortir du village, à droite, dans un chemin creux, après avoir passé le ruisseau d'Islaud, la Société va examiner un autre gîte d'arkose signalé par M. de Bonnard, et où les phénomènes se produisent sous un jour tout particulier; on y voit des blocs de granite de 1 à 2 mètres cubes, et des fragments anguleux plus petits engagés dans une pâte de calcaire ferrugineux qui contient de la galène, de la barytine et un peu de silice.

Le granite a éprouvé des altérations très sensibles, le feldspath est presque entièrement passé à l'état de kaolin, et le mica est devenu verdâtre. Deux opinions sont émises sur la formation de ces masses granitiques : les uns veulent y voir avec M. Leymerie une stratification, et par conséquent une alternance de l'arkose granitoïde avec le calcaire; les autres pensent avec M. Virlet, au contraire, que ces apparences ne sont pas réelles, qu'elles tiennent à ce que les blocs de granite détachés de la masse principale, quoique restés en place, ont de très grandes dimensions en longueur par rapport à leur peu d'épaisseur, ce qui leur donne cette apparence de stratification, mais qu'ils ne sont que reliés entre eux par la matière calcaire qui est venue postérieurement les envelopper.

Quant à l'altération, M. Moreau pense qu'elle ne s'est pas faite sur place, et il fait remarquer que ce fait vient à l'appui de l'hypothèse qu'il a émise que dans certaines localités les émissions quartzeuses avaient été contemporaines du dépôt

calcaire ; il ne peut comprendre autrement cette pâte calcaire pénétrée des mêmes minéraux que l'arkose et qui entoure de tous côtés les blocs granitiques.

La Société se dirige vers le Gros-Mont, en suivant la route de Vézelay. Au lieu dit la Plante-Martin, elle observe sur la route une coupe de 4 à 5 mètres dans le calcaire à *Gryphæa Cymbium* qui repose sur des marnes sans coquilles, et qui est identique, dans sa nature, ses fossiles et sa position géologique avec celui que la Société a observé à Vassy. M. Virlet y trouve un très grand échantillon d'un polypier très branchu que l'on rencontre assez fréquemment dans divers étages du lias des environs d'Avallon, et que M. Michelin regarde comme une nouvelle espèce de *Ceripora*.

Plus haut, on voit les argiles schisteuses et le calcaire à ciment de Vassy qui leur est subordonné ; au-dessus viennent les premiers affleurements du calcaire à entroques. Au contact de l'argile et du calcaire il existe une petite source, et à son sujet M. Moreau fait observer que toutes les sources un peu considérables des environs d'Avallon se trouvent dans cette position. Les plus remarquables des environs sont celles de Damecy-sur-Vault, Givry, Girolles, Aunay, Lucy-le-Bois, Dissangis ; cette dernière pourrait faire tourner un moulin.

M. Rozet, dans son mémoire sur les montagnes qui séparent la Loire de la Saône, indique en cet endroit un passage des argiles au calcaire à entroques ; mais la Société ne peut constater le fait à cause des cultures. Le calcaire à entroques se présente là avec les caractères que lui a assignés M. de Bonnard. A part les entroques, les autres fossiles y sont rares. Une carrière ouverte dans la partie supérieure de ce calcaire en a fourni à peine quelques uns peu reconnaissables ; la partie inférieure en contact avec l'argile en renferme davantage ; la partie tout-à-fait supérieure en contact avec la couche à *Terebratula spinosa* et *T. biplicata*, etc., se trouve à Tour-de-Pré percée de trous de pholades et autres animaux perforants. Ces trous, très nombreux et très rapprochés, donnent à la surface de ce banc un aspect tout singulier.

Quittant alors la route, la Société se dirige à travers champs sur la butte de Gros-Mont. A en juger par les fragments qui recouvrent le sol, elle traverse, pour arriver au sommet, un système de couches désigné par M. Lacordaire sous le nom de *calcaire à bucardes* à cause de l'abondance de la *Pholadomya protei*, et par M. de Bonnard sous celui de *calcaire blanc jaunâtre marneux*. A une certaine hauteur, au milieu de ce système, on rencontre des nids de lumachelles entièrement composés de Peignes dont le test noir se détache sur le fond gris de la pierre. Ces Peignes offrent plusieurs espèces dont le test est ordinairement lisse; on y rencontre aussi la *Mya scripta*, des *Modiola*, des *Pinna*, le *Mytilus amplus*, des *Ammonites*, des pattes de crustacés.

Il passe dans la partie supérieure à un calcaire moins marneux, moins feuilleté, renfermant des *Gervillia* et la *Pholadomya Vezelayi* de M. Lajoye. Ce calcaire est séparé de la formation oolitique par une couche de marnes calcaires, où la *Pholadomia Vezelayi* est très commune. Cette couche est caractérisée par une *Ammonites*, souvent déformée et à tours très enveloppants. Arrivée sur la friche qui sert de base à la butte même de Gros-Mont, la Société a remarqué en place une lumachelle formée de coquilles dont le test a disparu, mais dans lesquelles pourtant on distingue des formes de *Terebratula* et d'*Ammonites*, et aussi quelques polypiers analogues à ceux du *forest marble* de Ranville (Calvados). M. Michelin a reconnu parmi eux des *Ceriopora*, des *Diastopora*, et notamment la *Fungia orbulithes* de Lamouroux. Enfin, sur le plateau est la grande oolite parfaitement reconnaissable. La roche est dénudée sur un kilomètre de longueur; les fossiles y sont rares et mal définis.

A l'extrémité de ce plateau qui regarde Vézelay, dans une petite dépression, entre deux éminences calcaires, se trouvent des blocs de grès accompagnés de sables et de silex (1).

(1) Le massif de collines où se trouvent ces blocs est isolé de tout le pays environnant par les vallées de la Cure et du Cousin qui le bordent, l'une à l'est, l'autre à l'ouest, et vont le terminer au nord en se joignant l'une à l'autre. La différence de niveau entre le fond de ces vallées et le sommet des collines où se trouvent les blocs, est de 200 mètres. L'ouver-

Le premier que la Société a rencontré, et qui est le plus haut sur la montagne, a près de 3 mètres cubes. Il a ses angles émoussés. Son grain est assez fin et homogène: seulement, on y rencontre fréquemment de petits galets de la grosseur d'un pois. Tous les autres sont de forme et de composition identique. Ils sont dispersés sur une ligne à peu près droite et dans le fond d'une légère dépression. Du premier bloc aux autres, il y a de 2 à 300 mètres de distance. Les deux blocs qu'on rencontre ensuite sont adossés et ont chacun au moins 7 à 8 mètres cubes, à en juger d'après la partie hors de terre. A 50 mètres plus loin, on en trouve un quatrième de même volume que ces derniers, puis quelques autres plus petits. Ils sont accompagnés de sables provenant de leur désagrégation. Le sable, ainsi que les blocs de grès, ont une couleur rouge, quelquefois très prononcée, et il s'y mêle même des oxydes de fer; ils atteignent, en certains endroits, plus de 7 mètres de profondeur, ainsi qu'on a pu le voir dans une fouille pratiquée à 20 mètres au-dessus du bloc le plus élevé.

Diverses autres fouilles ont été faites pour rechercher d'autres blocs, mais sans résultats. On n'a rencontré que de l'argile, des silex et du minerai de fer, le tout mélangé de sable.

Deux hypothèses principales ont été émises sur l'origine de ces blocs. Les uns les regardent comme un reste des grès néocomiens en place, les autres comme des restes de ces grès, mais remaniés et déposés là à l'époque des terrains tertiaires moyens.

M. Virlet pense que ces masses de grès rouge, à grains fins, tout-à-fait identiques avec les sables qui les enveloppent encore en partie, pourraient bien être le résultat d'une agglutination qui se serait faite sur place, ainsi que cela a eu lieu pour les blocs qu'on observe isolés au milieu de la plupart des dépôts sableux, quoique ceux-ci soient restés incohérents (*Bulletin*, t. II, 2^e série, p. 202). Une partie des sables

ture des vallées est de 3 à 4 kilomètres. Du côté du midi, le massif présente un escarpement qui regarde le granite.

enveloppants auraient été entraînés par les dénudations postérieures de la surface, tandis que les blocs étaient beaucoup trop lourds pour avoir pu être transportés bien loin. Cette manière d'envisager la formation de blocs de grès de Gros-Mont n'empêche pas, selon M. Virlet, qu'ils ne puissent, ainsi que les sables, se lier au phénomène qui a déterminé l'horizon rouge signalé par M. Leymerie dans toutes les collines environnantes.

M. Moreau fait observer qu'il existe sur le même massif de montagnes à 4 kilomètres de là, au lieu dit les Grands Bois, un autre dépôt de grès beaucoup moins tenace, mais qui est mélangé de calcaire compacte ou cristallisé en masses assez volumineuses. Il se désagrège plus facilement; sa couleur tire sur le blanc, tandis que celui de Gros-Mont est rouge-blanc. Il ne se présente pas en blocs, et semble former une masse plus continue; mais du reste il est toujours accidentel au milieu du calcaire qui l'entoure de tous côtés, et dont il paraît avoir rempli une fente. Il est probable que ces deux dépôts sont dus au même phénomène.

En allant à Taroiseau, la Société a remarqué deux carrières à ciel ouvert de 10 à 12 mètres de profondeur pratiquées dans le calcaire à entroques.

La Société, conduite par M. d'Assay, chez lequel elle avait été reçue avec beaucoup de prévenance, s'est rendue à Pierre-Perthuis, où se présentent en grand les phénomènes de l'arkose. Le pays tire son nom d'une arcade naturelle, que l'on va visiter comme l'une des belles curiosités du pays, et qui se détache de l'escarpement. Le flanc de la colline forme un des appuis de la voûte, qui n'est elle-même qu'une continuation du plateau d'arkose qui fait le front de l'escarpement, et le second pilier est en partie formé par des filons de quartz. La Société a vu, au-dessus du plateau, en arrivant de Taroiseau, l'argile durcie. La partie superficielle renferme aussi quelques parties calcaires. La roche d'arkose renferme sur quelques points, outre ses minéraux habituels, silice, barytine et fluorine, des mouches de cuivre carbonaté vert et bleu, provenant sans doute de la décomposition des pyrites. Le croquis, fig. 1^{re}, pl. XX, dessiné par

M. Virlet, ainsi que les détails suivants, également recueillis par lui, donnera une idée suffisante de sa disposition et de sa composition. La partie supérieure *a a*, qui forme en même temps tout le plateau d'arkose qui domine de ce côté la vallée de la Cure, est composée d'une énorme masse amorphe de quartz, mélangé de nombreux noyaux et veinules de barytine, de fluorine, etc. ; elle présente aussi des cavités géodiques et des fentes où la silice s'est cristallisée. Là, rien n'indique plus à quelle roche il faut rapporter cette masse silicifiée, dont les caractères originaux ont été complètement modifiés ; *b b* représente la couche d'arène (granite remanié) également silicifiée et pénétrée de filons latéraux de quartz, qui lui donnent une apparence de stratification ; *c c* est le granite aussi souvent pénétré de silice dans les parties supérieures, et dont les anfractuosités ont été nivelées par l'arène ; enfin, *d d d* indique des filons de quartz blanc laiteux, tandis que toute la masse silicifiée a un fond général gris-noirâtre, dû, sans nul doute, aux éléments de la roche imbibée.

En descendant de l'escarpement vers le pré où coule la Cure, la Société a pu observer sur un long développement la même succession de roches, d'abord le plateau d'arkose siliceuse, avec indices de stratification horizontale, formant une espèce de manteau au-dessus de l'escarpement, puis le dépôt d'arène remplissant les inégalités du granite qui s'élève plus ou moins selon les endroits. Dans l'arène, des lits minces de silice, avec fluorine et barytine, paraissent augmenter en nombre et en épaisseur à mesure qu'on s'élève, et finissent par constituer une masse presque toute siliceuse de 3 à 4 mètres, qui forme le front de l'escarpement.

Toutes ces couches se lient par de nombreux filons de même nature, qui se perdent généralement dans le banc d'arkose, quoique plusieurs le traversent. Ceux des membres qui ont suivi le fond de la vallée pour se rendre au pont de la Cure ont pu voir, à l'endroit où elle se rétrécit beaucoup, et qu'on appelle l'étranglement de Pierre-Perthuis, de belles masses de granite devenu très dur et très siliceux par suite de la pénétration du quartz, qui y forme de nombreuses

veinules. L'escarpement presque vertical qu'il forme près du pont est tout couvert d'un lichen noirâtre (*Umbilicaria pustulata*), qui, selon M. Virlet, accompagne toujours les grandes masses de quartz; il donne de loin à la roche un aspect tout particulier.

En montant aux ruines du château de Pierre-Perthuis, qui appartient au sire Enguerrand de Marigny, la Société marche sur la tranche de beaux filons de quartz, qui traversent le granite, et dont la direction générale est à peu près N.-S.

L'heure avancée force la Société à se rendre directement à Vézelay, où elle arrive à la nuit.

M. Cotteau, secrétaire, rend compte des faits observés dans les journées des 18 et 19 septembre.

En descendant la pente de la montagne sur laquelle est bâtie Vézelay, la Société a vu se développer, inférieurement au calcaire compacte de la grande oolite qui en forme le sommet, des couches marno-calcaires où abondent les *Pholadomyes*. Ces couches, successivement appelées *calcaire à Bucardes* par M. Lacordaire, *calcaire blanc-jaunâtre marneux* par M. de Bonnard, *calcaire à Pholadomyes* par M. Lajoye, semblent par leur position correspondre au *fullers' earth* des Anglais. Au pied de la montagne, des carrières sont creusées dans la partie inférieure de cette assise; là les couches se présentent plus compactes et moins marneuses; les fossiles y sont rares; les *Pholadomyes*, si nombreuses à la partie supérieure, n'apparaissent pas encore; une *Ammonite* grande et plate, appartenant probablement à une espèce nouvelle, caractérise cette couche avec quelques, *Pinna* et quelques *Modiola*. A 1 kilomètre environ, se présente la partie supérieure, bien plus riche en fossiles; puis au-dessus repose, en stratification concordante, la grande oolite: c'est d'abord un calcaire peu résistant, d'apparence schisteuse, sans fossiles, et qui passe insensiblement à un calcaire compact et fortement oolitique. La grande oolite n'a pas dans cet endroit plus de 20 mètres d'épaisseur, et elle est promptement recouverte par des argiles et des sables rougeâtres, où abondent des rognons de calcaire siliceux; avec ces argiles se

trouvent, dans beaucoup de localités, sans que cependant la Société ait pu les observer en cet endroit, des bancs calcaires pétris, en quelque sorte, de débris de corps organisés; ce ne sont que des fragments de crinoïdes, des pointes d'Our-sins, des polypiers appartenant aux genres *Eschara*, *Cerio-pora*, *Astrea*, etc. Certaines dalles sont pleines de polypiers; dans quelques unes abondent des *Terebratula*, dans d'autres des *Avicula*. Ces différentes couches, supérieures à la grande oolite, qui forme dans le département de l'Yonne et dans les départements voisins un horizon certain, et inférieures à l'étage oxfordien, correspondent probablement au *cornbrash*, au *forest marble* et au *Bradford clay* des Anglais, sans cependant les représenter identiquement.

En descendant la montagne, la Société a pu constater quelques affleurements des bancs calcaires, pétris de crinoïdes et de polypiers supérieurs à la grande oolite, qui au-dessous se montre déjà plus compacte et plus puissante. Au fond de la vallée, entre Chamoux et Asnières, apparaissent les couches supérieures du calcaire blanc-jaunâtre marneux; pendant plus d'un kilomètre, les travaux exécutés pour la route les ont mises à découvert; de nombreux fossiles jonchent le sol, et la Société a pu y recueillir, avec la *Pholadomya Vezelayi* (*Mya Vezelayi* d'Arch.), qui est le fossile dominant, beaucoup d'espèces appartenant aux genres *Ammonites*, *Nautilus*, *Pleurotomaria*, *Ostrea*, *Pecten*, *Lima*, *Mytilus*, *Cardium*, *Gervillia*, *Isocardia*, *Arca*, *Trigonia*, *Pholadomya*, *Lutraria* et *Terebratula*. Une belle carapace de crustacé a été trouvée par un des membres de la Société.

Plusieurs des genres fossiles qu'on recueille dans cette couche caractérisent de nos jours les stations vaseuses, et leur réunion dans ce terrain s'explique par la nature marneuse des couches qui les renferment. La plupart des *Pholadomya*, légèrement inclinées, le tube en haut, se trouvent encore dans la position où elles ont vécu. La grande oolite reparaît ensuite et acquiert un puissant développement dans les carrières d'Avrigny, où elle est exploitée en grand et fournit pour les constructions une excellente pierre dure. Les fossiles y sont rares; la roche, disposée en bancs très

épais, est grisâtre, fortement oolitique et à cassure terreuse. D'Avrigny à Chatel-Censoir, la grande oolite forme, et le fond des vallées, et la base des montagnes qui sont couronnées par les bancs à polypiers et à crinoïdes, dont la Société avait constaté les affleurements avant d'arriver à Chamoux. A Chatel-Censoir, cet ensemble de couches est recouvert par un lambeau oxfordien, dont l'épaisseur est très mince, mais qui contient de nombreux fossiles de l'étage oxfordien, tels que les *Nautilus giganteus*, *Ammonites biplex*, *Ammonites cordatus*, *Belemnites hastatus*, *Gryphœa dilatata*, *Pecten fibrosus*, *Disaster propinquus*.

A Chatel Censoir, la Société, reçue avec beaucoup de distinction par la famille de M. Gustave Cotteau, a passé quelques heures à examiner sa nombreuse collection. Au sortir de la ville, l'Oxford clay plonge rapidement sous le coral-rag, qui acquiert dans cette localité une grande épaisseur : couronnant d'abord le sommet des montagnes, il la constitue bientôt tout entière. Ces premières couches coralliennes ne contiennent ni les *Nerinea*, ni les *Diceras*, si abondantes dans la partie moyenne et supérieure; elles sont cependant facilement reconnaissables à leur couleur blanche, à leur texture saccharoïde, aux *Pecten*, aux *Lima*, aux grosses tiges d'*Apiocrinites*, aux nombreux polypiers qu'on y rencontre.

A un kilomètre environ de Chatel-Censoir, une partie des membres s'est arrêtée pour recueillir des fossiles du coral-rag dans une carrière creusée sur le flanc de la montagne, pendant que le reste de la Société, traversant la rivière de l'Yonne, et gravissant la montagne opposée, située au-dessus du hameau de Magny, visitait une traînée de blocs erratiques qui s'étend sur les roches dénudées du coral-rag, à 100 mètres environ au-dessus du niveau de la rivière. Ces blocs, qui atteignent plusieurs mètres cubes de volume, sont pour la plupart des poudingues composés de silex unis par un ciment de grès quartzeux. Les silex appartiennent sans aucun doute au terrain crétacé. Un des membres en a détaché un fragment avec le moule d'un oursin de la craie, le *Discoïden conica* d'Agassiz, qui assignait ainsi à ces blocs une origine certaine.

Continuant à suivre la vallée de l'Yonne, la Société est arrivée au hameau de Saussois; pressée par le temps, elle n'a pu admirer qu'un instant les roches coralliennes qui, taillées à pic, présentent sur leurs flancs de profondes ondulations, se projettent au-dessus de la rivière qui coule à leur base et atteignent jusqu'à 70 mètres d'élévation. Les champs voisins sont entièrement recouverts d'*Astrea*, de *Meandrina*, de *Caryophyllia* et d'énormes *Lithodendron*. Traversant toujours le coral-rag, la Société est arrivée au village d'Avigny, aux environs duquel elle a constaté la présence de sables et de cailloux diluviens. De là à Vermanton, la nuit a empêché la Société de constater le passage du coral-rag à l'étage oxfordien supérieur, puissante couche calcaréo-marneuse qui constitue le sol sur lequel est bâtie la ville de Vermanton.

Le lendemain matin la Société est allée visiter une profonde tranchée exécutée dans les couches de l'Oxford clay supérieur, pour l'ouverture de la route de Paris à Lyon. En cet endroit, cet étage acquiert un immense développement et constitue toute la montagne, qui a plus de 200 mètres d'élévation. Il se compose de calcaires compactes à cassure conchoïde, disposés en bancs peu épais et alternant avec des marnes. Les fossiles, rares dans l'ensemble de cette couche, se retrouvent plus nombreux à la partie supérieure où abondent les *Pholadomya*, les *Cardium*, les *Pecten*, les *Lima*, les *Mytilus*, les *Pinna*, etc., etc., et un *Ammonites* voisin de l'*Ammonites biplex* (Sowerby). Dans cette couche se sont manifestés plusieurs glissements qui suivent tous à peu près la même direction; on s'est ensuite dirigé vers le village d'Arcy en traversant toujours les calcaires marneux de l'Oxford clay supérieur. Les grottes d'Arcy sont situées à un kilomètre environ du village de ce nom, sur les bords de la Cure, dans les couches de l'Oxford clay moyen. La Société les a visitées, conduite par le propriétaire M. le comte Destutt d'Assay. Deux heures ont été consacrées à admirer les nombreuses stalactites qui, variant à l'infini de forme et de grosseur, là s'élancent en colonnes légères, ici s'étalent en draperies transparentes, et partout tapissent la voûte de bi-

zarres pendentifs. Les cailloux roulés granitiques et quartzeux qu'on retrouve sous les stalagmites, les traces d'érosion que présente la voûte, prouvent qu'un courant a longtemps parcouru ces grottes. Un os d'éléphant qu'on y a trouvé il y a quelques années confirme l'opinion de la plupart des membres de la Société qui ont rattaché le creusement des grottes d'Arcy à l'époque diluvienne. Elles sont habitées par une multitude de chauves-souris dont les excréments amoncelés forment des amas comparables au guano, et qu'on pourrait peut-être utiliser comme engrais. La longueur absolue de ces grottes, relevées avec beaucoup de soin par M. Belgrand, est de 876 mètres (v. pl. XX, fig. 12).

La Société, après avoir examiné au haut de la montagne dans laquelle sont creusées les grottes une carrière ouverte dans l'oolite corallienne, a traversé la Cure, et se dirigeant vers Avallon, a successivement passé en revue : 1° les couches oxfordiennes que caractérisent de nombreux rognons de silex mêlés au calcaire, et où quelques membres ont recueilli des fragments de *Gryphæa dilatata* et d'*Ammonites biplex*; 2° les couches supérieures à la grande oolite, couches tantôt calcaires, tantôt marneuses, où abondent les *Terebratula* et les *Polypiers*; 3° la grande oolite si bien développée à Saint-Morée; 4° inférieurement à la grande oolite, le calcaire blanc-jaunâtre et ses nombreuses *Pholadomya*; 5° l'oolite inférieure et le calcaire à entroques; 6° enfin les différentes assises du lias.

A un kilomètre environ d'Avallon, la Société, dirigée par M. Belgrand, a constaté une faille profonde qui abaisse brusquement les couches à *Gryphæa Cymbium* au niveau de l'infra-lias. L'infra-lias, ou couche du lias inférieur au calcaire à *Gryphæa arcuata*, est dans cet endroit très bien développé, et la Société, avant de rentrer à Avallon, a pu y recueillir de nombreux fossiles, des *Ammonites*, des *Modiola*, des *Plagiostoma*, des *Pecten*, des *Lima*, des *Plicatula*, des *Terebratula* et des plaquettes entièrement composées de moules de *Sinemuria*.

Le secrétaire, résumant ensuite dans une coupe théorique les différents terrains observés dans cette excursion de trois

jours, trace le tableau suivant, dans lequel les nombreuses couches jurassiques que la Société a successivement étudiées sont réunies en quatre étages distincts, qui correspondent selon lui aux mêmes étages observés non seulement en France, mais en Angleterre. Si dans l'étude de ces nombreuses couches, ajoute le secrétaire, on faisait abstraction de la paléontologie, il serait bien difficile d'assigner à chacune l'horizon qui lui convient, tant les caractères minéralogiques sont variables, tant la superposition est parfois difficile à saisir.

Tableau des étages inférieurs et moyens du terrain jurassique aux environs d'Avallon.

	{ Coral-rag.
Étage oxfordien.....	{ Oxford clay supérieur.
	{ Oxford clay moyen.
	{ Oxford clay inférieur.
Étage de la grande oolite....	{ Couche remplaçant le cornbrash,
	{ le forest marble, le Bradford clay.
	{ Grande oolite.
	{ Fullers' earth.
Étage de l'oolite inférieure..	{ Oolite inférieure.
	{ Calcaire à entroques.
Étage liasique.....	{ Marnes supérieures.
	{ Calcaire à <i>Gryphæa Cymbium</i> .
	{ Marnes sans fossiles,
	{ Marnes à petites Bélemnites.
	{ Calcaire à <i>Gryphæa arcuata</i> .
	{ Infra-lias.

La discussion s'ouvre ensuite sur le rapport des deux secrétaires.

M. Virlet d'Aoust, à l'occasion des blocs erratiques observés près de Chatel-Censoir, sur la montagne de Magny, ajoute que la direction des blocs est O.-N.-O. à E.-S.-E., qu'ils forment une traînée remarquable et présentent tous les caractères d'une moraine latérale, sans cependant admettre pour cela qu'ils aient pour origine ce mode de dépôt; il ne croit pas qu'on puisse se prononcer sur cette simple observation locale. Quant aux arkoses observées au sortir de Pontaubert dans la course du 17, il pense qu'elles constituent véritablement la roche arkosienne, telle qu'il la comprend, telle que

l'a comprise celui qui le premier a donné à une roche le nom d'*arkose*; le granite, tantôt en grains, tantôt en bloc, a été relié, pénétré et imbibé par les éruptions siliceuses et les autres substances qui accompagnaient la silice.

M. Leymerie, répondant à M. Virlet, pense que les arkoses de Pontaubert ne diffèrent en rien des arkoses précédemment observées; c'est un phénomène identique qui a produit les unes et les autres : seulement, à Pontaubert, le granite était sur place lorsqu'il a été pénétré par la silice, qui a constitué une arkose granitoïde stratifiée.

Les blocs de Chatel-Censoir, selon M. Leymerie, doivent être rattachés aux grès observés sur les flancs de la montagne de Gros-Mont. Si du sommet de Gros-Mont on jette les yeux autour de soi, on s'aperçoit bientôt que la vallée et les collines voisines sont entièrement recouvertes d'argile et de sables rougeâtres, qui se prolongent au loin; ces sables, ces argiles, ces blocs de grès, ou de poudingues, sont dus, suivant M. Leymerie, à la même cause; ce terrain lui semble être tertiaire et devoir se lier à un dépôt qui existe très bien développé dans l'Aube, au-dessus de l'argile plastique; il en a toute la physionomie et pourrait bien en être la continuation.

M. Virlet admet l'idée de M. Leymerie quant aux blocs de Gros-Mont, qui paraissent bien se lier au phénomène tertiaire qui a produit la rubéfaction environnante; mais il ne pense pas que ceux de la montagne de Magny, quoique très probablement tertiaires aussi, soient dus au même phénomène; leur composition et leur manière d'être lui paraissent tellement différentes des blocs de Gros-Mont, qu'il ne lui paraît pas possible d'admettre une même origine.

M. Leymerie parle ensuite de certains fossiles observés par lui dans la collection de M. Cotteau, et rapportés par ce dernier à l'étage oxfordien supérieur; dans le département de l'Aube, ces fossiles se trouvent dans le kimmeridge clay. C'est un exemple qui prouve, ajoute M. Leymerie, à quelles graves erreurs pourrait entraîner l'abus de la paléontologie.

M. Robineau-Desvoisdy fait une communication tendant

à prouver l'origine des grès micacés et des silex qu'on retrouve à la surface de la formation jurassique. Il regrette que la Société n'ait pas eu plus de temps à sa disposition ; en une journée il l'aurait conduite sur les terrains coralliens, portlandiens et néocomiens, sur les sables, les grès, les argiles, la craie et les argiles sableuses à silex de la Puisaye. M. Desvoisdy expose qu'en Puisaye les sables et les grès ferrugineux forment un terrain particulier entre l'Yonne et la Loire ; que ces grès et ces sables y acquièrent parfois une puissance considérable, qu'ils reposent toujours sur le gault et le néocomien, qu'ils peuvent entièrement recouvrir pour gagner le portlandien ; il les a vus s'avancer sur le coral-rag ; il connaît même une sablonnière tout-à-fait sur ce coral-rag. Il désire que cette formation devienne l'objet d'une étude particulière et reçoive un nom spécial. En attendant , il propose celui de *sables ou grès salviens* ou de Saint-Sauveur.

Il expose ensuite que la craie verte et même la craie blanche sont en recouvrement sur ces sables et ces grès ; que les argiles sableuses avec rognons de silex couvrent ensuite cette même craie, qu'elles imprègnent et frappent de métamorphisme ; que la silice a franchi les sables et les grès ; qu'elle a gagné et imprégné également les terrains néocomien et portlandien.

Il en résulte pour lui que ces sables, ces grès, cette craie et ces silex ont autrefois recouvert les terrains observés à Magny près Chatel-Censoir, où leur puissance était peu considérable, et qu'ils ont en presque totalité été entraînés par les eaux, à l'époque de la catastrophe qui creusa nos vallées actuelles ; toutefois ils n'ont pas été si nettement balayés qu'ils n'aient laissé sur place une petite partie solide de leur masse et de leurs fragments. Telle est, selon lui, l'origine des blocs étudiés dans la journée d'avant-hier, et que quelques membres considèrent comme erratiques.

M. Robineau ne comprend dans son explication que les grès observés près de Chatel-Censoir ; il ne prétend pas pour le moment étendre cette même explication jusqu'aux grès de Gros-Mont et d'Avallon.

Il termine en disant : La craie et les silex qui dominent

aujourd'hui les montagnes de Fontaine et de Bouhy prouvent qu'autrefois son niveau pouvait aisément s'étendre jusqu'à Avallon ; lorsque le soulèvement du granite du Morvan et de la périphérie du bassin de Paris eut lieu , il en résulta un affaissement *médium*, une sorte de cuvier où se précipitèrent les diverses masses des terrains entraînés par les eaux ; telle est la véritable origine des énormes alluvions qui comblent ce bassin et lui donnent l'aspect qu'il offre aujourd'hui. Il est donc nécessaire , pour le bien comprendre , d'étudier les différents terrains qui ont supérieurement concouru à sa formation.

M. Virlet fait remarquer ensuite que les grottes d'Arcy , dont il a relevé la direction à l'aide de la boussole , traversent la montagne à peu près en ligne droite et suivent exactement la direction du méridien magnétique.

Il rappelle à ce sujet qu'elles lui ont paru confirmer mieux qu'aucune autre la théorie pour laquelle il croit devoir réclamer la priorité (voir *Bull.* , t. II, III, IV et VI) , savoir : que la cause première et indispensable de l'existence des cavernes *se trouve dans les dislocations de la croûte du globe*. Les fractures existant une fois dans le sol , différentes causes secondaires , comme des émanations gazeuses , le passage d'eaux minérales , acides ou thermales , la pénétration des eaux de la surface , des courants , des éboulements , etc. , etc. , ont pu contribuer isolément , ou tour à tour , ou même quelquefois simultanément , à leur donner les formes actuelles. La meilleure preuve de la coïncidence des cavernes avec les lignes de fractures se tire , selon lui , de la présence même des nombreuses stalactites et stalagmites , qui rendent par leurs dispositions bizarres , ces excavations naturelles , un objet de si grande curiosité pour les amateurs ; car leur formation n'est que la conséquence de ces fractures , qui permettent aux eaux de s'infiltrer et de déposer , sous forme de concrétions , le carbonate de chaux qu'elles contiennent.

Les fractures qui ont donné lieu à la formation des grottes d'Arcy sont inclinées de l'E. à l'O. , ce qu'on peut très bien observer à l'entrée de celle dite la *Rocheteuse* , ainsi désignée

parce qu'elle ne présente pas de concrétions et ce qui s'accuse, dans celle que la Société a visitée, par la disposition des masses stalactitiques qui occupent particulièrement le côté oriental où aboutit la partie supérieure de la fracture.

Il est facile de reconnaître, ajoute M. Virlet, aux différentes lignes de niveaux et aux sillons arrondis qu'on observe le long des parois latérales, que cette caverne a jadis servi de passage à un courant souterrain, courant qui très probablement était formé, comme l'a dit M. Arraut dans la description qu'il en a donnée, d'une partie des eaux de la Cure, et cela est d'autant plus probable que le phénomène se reproduit actuellement dans une troisième grotte, appelée les *Goulettes*, que la Société a observée un peu plus loin, et dont l'ouverture, située au niveau actuel de la rivière, reçoit par infiltration une partie de ses eaux, qui vont ensuite sortir de l'autre côté de la montagne, où elles font mouvoir, dit-on, un moulin. M. Virlet rappelle, à ce sujet, qu'on a là une explication bien simple du phénomène des *katavothrons* de la Grèce, espèce de gouffres où toutes les eaux des nombreuses plaines fermées de cette contrée vont se perdre, pour aller surgir ensuite au loin et former ces *kephalovrysis* (*têtes de sources* ou *sources-mères*), qui donnent naissance à quelques uns des fleuves les plus fameux de l'antiquité. Enfin, M. Virlet ajoute encore, en terminant, qu'indépendamment de la présence du dépôt d'arène ou de gravier qu'on trouve au-dessous des stalagmites et qui recouvre des limons ou alterne avec eux, gravier qui a été reconnu être tout-à-fait le même que celui que charrie actuellement la rivière, il trouve encore une preuve de l'existence d'un courant rapide à travers la grotte, dans les espèces de pots ou trous coniques en forme de pains de sucre, qu'on remarque dans l'embranchement latéral. Il regarde ces trous, dont la profondeur est de 2 à 3 pieds, comme le résultat d'une perforation due au tournolement des eaux et des graviers qu'elles entraînaient, et comme tout-à-fait identiques avec ceux qu'on désigne sous les noms de *pots* ou de *marmites de géants* et qu'on observe à la surface du sol, dans plusieurs contrées. Les marmites de la grotte d'Arcy ont été perforées à travers la

couche stalagmitique qui forme le sol actuel, ce qui indique qu'il y a eu intermittence dans le passage du courant qui l'a traversée, car les stalagmites n'ont pu se déposer qu'après l'émersion du sol. On pourrait peut-être trouver une explication à cette circonstance curieuse, en supposant qu'à l'époque où le lit de la rivière se trouvait déjà creusé bien au-dessous de la grotte, les eaux se sont trouvées relevées à son niveau, soit par un barrage, soit par quelque grande crue.

Le secrétaire donne connaissance de la note suivante :

Note sur l'arkose coquillière, par M. Deschamps, pharmacien à Avallon.

Parmi les terrains qui composent le sol de l'arrondissement d'Avallon, et qui ont été étudiés par M. de Bonnard, on en rencontre deux qu'il a nommés, il y a déjà longtemps, arkose cristalline et arkose coquillière.

M. de Bonnard pensait que l'arkose cristalline contenait des débris de corps organisés, que sa texture rendait invisibles, et que l'arkose coquillière était de l'arkose cristalline altérée, dans laquelle les fossiles étaient très visibles. Mais cette hypothèse n'est pas admissible, parce que l'arkose coquillière n'est pas une altération de l'arkose cristalline, et parce que si l'arkose cristalline contenait des fossiles, il serait très facile de les distinguer, car les *Unio hybrida*, les *Gryphea arcuata*, les *Spirifer pinguis* et *Walcotii*, certaines *Terebratula* et quelques *Ammonites*, sont trop volumineuses pour pouvoir être entièrement dissimulées.

M. Malinowski, professeur à Semur, pense, si je l'ai bien compris, que les mollusques qui se trouvent dans cette couche ont été en contact avec une dissolution aqueuse de silice, qui leur a permis de vivre, d'absorber de la silice, de la transmettre à leur coquille et de se l'approprier insensiblement, jusqu'à ce que leur matière organique fût entièrement silicifiée, etc.

Cette théorie de la formation de l'arkose coquillière ne me paraît pas pouvoir être admise, parce que la silice, à cet état, n'aurait pu produire qu'une imprégnation analogue à celle que l'on rencontre dans les calcaires supérieurs.

M. Virlet d'Aoust pense qu'un filon de quartz est sorti, s'est répandu sur le calcaire à gryphées et l'a pénétré. Cette opinion

est trop intimement liée à celle de M. Moreau pour que je cherche à l'en séparer.

M. Leymerie pense que le calcaire à gryphées arquées existait, qu'il a été pénétré par de la vapeur de silice, et que cette idée peut être adoptée, quoiqu'elle soit en dehors des lois chimiques, parce que la chimie est incapable d'expliquer certains phénomènes. Je reconnais, avec M. Leymerie, que la chimie est impuissante, mais je ne crois pas qu'on puisse la devancer sans craindre de commettre des erreurs. Sans la chimie, que pourrait le géologue sur la coloration des roches? Comment aurait-il appris que la matière colorante de l'améthyste était due à du ferrate sodique? etc.

Admettons un instant, avec M. Leymerie, que la silice était volatile, et recherchons ce qui est arrivé. La silice, à cette époque, devait être assujettie aux lois qui règlent la volatilisation, devait, d'après sa nature, avoir son point de condensation très près de son point de volatisation, et ne pouvait que se condenser, en affectant différents états, au-dessous du calcaire à gryphées arquées. En supposant que l'acide silicique puisse être entraîné, comme l'acide borique, par la vapeur d'eau, ce qui est impossible, on ne pourrait pas encore expliquer la métamorphose de ce calcaire; car en admettant ce nouvel état de la silice, on serait forcé de reconnaître que son action comme agent chimique devait être extrêmement faible, et que son action, comme agent mécanique, devait être nulle.

M. Moreau admet que cette arkose a été formée, parce que l'arkose cristalline s'est répandue au-dessous ou à la surface du calcaire à gryphées arquées et l'a empâté à l'époque où ce calcaire était en voie de formation.

Cette opinion ne me paraît pas susceptible d'être admise, parce qu'en supposant que l'arkose cristalline jouissait, à l'époque de sa sortie, du maximum de fluidité que peuvent atteindre les matières de cette nature, on serait encore très embarrassé, non pour recouvrir le calcaire lumachelle ou le calcaire à gryphées arquées, mais pour expliquer leur pénétration, etc.; car, ou la mer recouvrait ces calcaires, ou elle était retirée depuis peu de temps, ou bien elle était retirée depuis longtemps, et ces calcaires étaient à sec. Dans le premier cas, la matière arkosienne eût été étonnée, refroidie à sa surface, et aurait perdu, quand bien même la température de l'eau eût été à 100°, toutes les propriétés qui pouvaient la rendre apte à produire l'action annoncée. Il en aurait été de même dans le second cas, et même dans le troisième,

parce que la surface de l'arkose se serait refroidie au contact d'un corps moins chaud, et n'aurait pu que recouvrir le calcaire.

Les théories de ces savants géologues ne pouvant pas rendre compte de ce qui s'est passé lors de l'éruption arkosienne, cherchons à expliquer autrement ce phénomène, qui doit être rangé dans les vraies métamorphoses.

Lorsque l'arkose souleva la croûte terrestre pour se répandre à sa surface, elle avait une consistance pâteuse, peu fluide, et peu susceptible de former des coulées, car elle se déposa en roches saillantes, qui, dans beaucoup d'endroits, couronnent du granite plus ou moins altéré. A cette époque, le calcaire lumachelle et le calcaire à gryphées arquées devaient être déjà anciens, puisqu'on trouve les fossiles de ces arkoses parvenus au terme de leur croissance.

Lorsque l'éruption se fit jour, elle ne sortit pas seule du sein de la terre, car elle fut accompagnée par une quantité plus ou moins considérable de gaz carbonique, sulfureux, sulfhydrique, etc.; d'eau chargée d'acides, au nombre desquels on doit placer, comme le plus important, l'acide chlorhydrique. Ces acides rencontrèrent des silicates, enlevèrent les bases de ces silicates, et retinrent en dissolution plus ou moins complète l'acide silicique. Une partie de cette dissolution, étendue ou non par l'eau de la mer, éprouva un de ces mouvements moléculaires si fréquents dans les corps qui ont plusieurs formes allotropiques, et une partie de l'acide silicique se déposa, pour former notre grès arkosien, en retenant un peu d'alumine, un peu de chaux et plus ou moins de fer.

Cette manière d'expliquer les phénomènes arkosiens ne doit pas paraître extraordinaire, car on sait :

Que les éruptions sont accompagnées de gaz, d'acides plus ou moins énergiques, etc. ;

Que le silicium est un des corps simples qui se présentent avec plusieurs formes allotropiques ;

Que les silicates se divisent en silicates facilement altérables par les acides, et en silicates non altérables par les acides énergiques qui ne restent que peu de temps en contact avec ces roches ;

Que la différence qui existe entre ces silicates tient à ce que les premiers contiennent le silicium A, et les derniers le silicium B ;

Que l'acide silicique qui correspond au silicium B est insoluble, tandis que l'acide silicique qui correspond au silicium A est soluble dans l'eau et dans l'eau acidulée ;

Que cette dissolution peut laisser cristalliser la silice ou l'abandonner sous forme de stalactites ou sous forme de gelée ;

Que le silicium A que contient cette silice passe au silicium B, non seulement par une élévation de température, mais encore à la température ordinaire, comme les corps qui ont plusieurs états allotropiques passent de l'un à l'autre, avec le temps, avec ou sans élévation de température.

S'il n'y a rien dans cette manière d'expliquer les phénomènes arkosiens qui puisse paraître extraordinaire, il est donc possible de conclure :

Que l'arkose coquillière n'est pas de l'arkose cristalline altérée ;

Que l'éruption arkosienne était pâteuse, et qu'elle n'a pu pénétrer le calcaire à gryphées arquées ;

Que cette éruption a été accompagnée de beaucoup de gaz et de beaucoup d'acides qui ont agi sur les silicates, en dissolvant les bases et mettant en liberté l'acide silicique A dans une eau acide ;

Que cette eau acide a décomposé le calcaire lumachelle et le calcaire à gryphées arquées ;

Que la silice s'est substituée au calcaire ;

Que dans quelques circonstances le dépôt de silice s'est fait assez lentement pour que la silice puisse cristalliser ;

Que peut-être la température à laquelle les roches voisines de l'éruption arkosienne ont pu être portées a facilité ce changement moléculaire et donné beaucoup de solidité à certaines parties de ces roches ;

Que l'arkose coquillière doit être considérée comme une métamorphose du calcaire à gryphées arquées, et non comme une arkose ;

Et enfin, que cette métamorphose peut servir à fixer l'âge de l'éruption arkosienne.

M. Leymerie, répondant à M. Deschamps, dit que, sans vouloir réfuter sa théorie, il pense qu'il a examiné la question peut-être un peu plus en chimiste qu'en géologue. Il faut considérer d'un peu plus haut les phénomènes à la suite desquels ont eu lieu la formation des arkoses, et ne pas oublier que la nature a eu à sa disposition des moyens bien plus puissants que ceux dont on peut faire l'essai dans un laboratoire ; si jusqu'ici les chimistes n'ont pu sublimer la silice, c'est qu'ils n'ont point à leur aide les instruments nécessaires. M. Leymerie ajoute qu'il n'explique pas, comme

le prétend M. Deschamps, l'imbibition de la silice au travers des roches granitiques, à l'aide de la sublimation; il n'a recours à ce dernier moyen que pour expliquer la présence de la galène, de la fluorine, etc. A l'appui de ce qu'il avance, il cite plusieurs exemples de cristallisation par sublimation.

M. Virlet d'Aoust ajoute que dans les usines à plomb on trouve souvent des cristaux de galène produits par voie de sublimation; que dans les cheminées de certains foyers de forge, il se forme journellement des espèces de stalactites de peroxyde de fer, ce qui ne peut évidemment avoir lieu que par volatilisation; il ne voit donc pas pourquoi on n'admettrait pas que la silice ait pu aussi être amenée à l'état de vapeur, surtout lorsqu'on fait intervenir, comme le fait M. Deschamps lui-même, certains acides: mais parce que nous n'avons pas encore trouvé le moyen de rendre cette substance volatile, ce n'est pas une raison d'en conclure que la nature ne possède pas ce moyen. Il n'y a pas bien longtemps encore que nous regardions ce corps comme tout-à-fait infusible; cependant un physicien, M. Gaudin, est parvenu à le fondre et à le filer comme du verre; et un chimiste, M. Ebelmen, à la suite d'un travail sur les éthers siliciques, est parvenu à reproduire artificiellement plusieurs espèces de minéraux siliceux. M. Virlet pense, au reste, qu'il n'y a même pas besoin d'admettre aucune hypothèse pour reconnaître que la silice a pu surgir à l'état de fluidité ignée; qu'il suffit de remarquer que, combinée avec d'autres corps, elle peut devenir très fusible, et qu'elle forme en effet un des principaux éléments du verre et du cristal. Le fer et le manganèse, également si peu fusibles par eux-mêmes, deviennent au contraire des fondants très énergiques lorsqu'ils sont combinés avec d'autres corps; ainsi l'on sait, par exemple, que toute terre réfractaire cesse de l'être lorsqu'on la mélange d'une très petite quantité d'oxyde de fer ou de manganèse. Or, comme la silice paraît avoir rarement surgi seule, elle peut être regardée comme l'élément d'un verre particulier, fondu dans le grand creuset de la terre, d'où certaines causes l'ont fait surgir à sa surface.

M. Royer fait les communications suivantes :

1° *Note sur les terrains jurassiques supérieurs et moyens de la Haute-Marne*, par M. E. Royer.

Les faits que la Société géologique de France a observés dans le département de l'Yonne et la difficulté que l'étage jurassique moyen de ce pays offre à une division chronologique normale m'ont engagé à dire quelques mots sur la composition de ce même terrain dans la Haute-Marne, où il me semble plus régulièrement constitué, me proposant d'amener, par la comparaison, l'éclaircissement des parties encore obscures de ces terrains.

Les terrains de la grande série géologique qui existent dans la Haute-Marne se présentent dans un ordre régulier, formant les uns au-dessus des autres des étages dont la nature, alternativement marneuse et tendre, calcaire et dure, se traduit ostensiblement à la surface, aux yeux de l'observateur, par des bandes sensiblement parallèles de plaines et d'escarpements ; c'est ainsi que chacun des étages des terrains jurassique et liasique se distingue de la manière la plus nette et la plus tranchée, par ses formes topographiques, aux yeux les moins exercés.

Les terrains crétacé inférieur et néocomien occupent la partie basse de l'arrondissement de Vassy ; le terrain portlandien, après s'être élevé de dessous les assises néocomiennes, vient présenter les têtes de ses couches, en formant une suite d'escarpements qui, à partir de Bar-sur-Aube, s'étendent, en traversant le département par Blaise et Donjeux, vers Houdelaincourt, dans le département de la Meuse. Les marnes kimmériennes constituent les pentes de cette série de collines, et s'appuient sur les parties supérieures de l'étage jurassique moyen, qui forment des plaines à leurs pieds. Les calcaires durs, compactes, oolitiques et coralliens qui constituent cette partie supérieure de l'étage moyen forment à leur tour une arête qui se dessine en une chaîne parallèle à la première, s'étendant de Châtillon-sur-Seine par Château-Villain, Bologne et Andelot, vers Neuf-Château ; cette arête, plus prononcée que la première, varie dans sa forme, suivant que les terrains qui la composent sont plus ou moins durs et coralliens, ou plus ou moins tendres et marneux ; dans le premier cas, des roches dures présentent des escarpements quelquefois verticaux ; dans le second, des pentes prolongées annoncent la facile désagrégation de la roche. Les marnes oxfordiennes ressortent en collines ou contre-forts ondulés au pied de cette chaîne de hau-

teurs; vers les vallées du Rognon à Andelot, et de la Marne à Roocourt et Soncourt, le terrain corallien, composé de roches résistant à la décomposition, donne aux coteaux la forme de falaises élevées au-dessus de la plaine; à partir de la Marne, à mesure que l'on s'avance vers l'Aujon, et l'Aube à Maranville et Clervaux, le terrain corallien proprement dit disparaît, la nature compacte et marneuse prend le dessus, les marnes oxfordiennes deviennent plus puissantes, et occupent une plus large zone: aussi les vallées où coulent ces rivières sont bordées jusque vers Château-Villain et Montigny de coteaux à pentes douces et allongées. A la base des marnes oxfordiennes commence une plaine constituée par la partie supérieure du premier étage jurassique. En descendant la série, les mêmes phénomènes se répètent, occasionnés par les marnes de Bradford, les marnes supérieures du lias, les marnes inférieures du même terrain, et enfin par les marnes irisées, chacun de ces terrains tendres étant couronné par un terrain dur. L'observateur placé dans la plaine, à une certaine distance de l'une de ces chaînes, en parcourt de l'œil l'étendue; il saisit avec la plus grande facilité le rapport que les assises qui lui présentent leurs tranches ont avec celles sur lesquelles elles reposent, et qu'il voit s'enfoncer sous elles; la division en étages lui paraît alors facile et naturelle; pour lui chaque étage sera une chaîne de collines, et s'arrêtera là où la pente cessera; et, en effet, là où la pente cesse, là aussi le sol change de nature.

Les terrains (jurassiques, liasique et keupérien) sont donc, dans la Haute-Marne, parfaitement divisés et distincts; il se présentent en étages réguliers et assez nettement accusés par leurs formes orographiques, pour que l'on puisse, *à priori*, les distinguer sans avoir recours en quelque sorte aux caractères minéralogiques et paléontologiques. La forme orographique est du reste, ainsi que l'on doit le comprendre d'après ce que je viens de dire, la conséquence de la nature minéralogique. Les caractères paléontologiques constituent la principale base sur laquelle on doit établir la division des terrains; l'ensemble d'un certain nombre d'espèces fossiles caractérise un terrain; souvent même quelques unes s'y concentrent, et, ce qui est plus encore, ne sortent point de certaines assises très circonscrites et peu puissantes; mais la suite de cette notice fera voir que si l'on veut diviser les terrains jurassiques en plusieurs étages, la délimitation de ce que l'on a appelé terrains jurassiques moyen et supérieur ne pourra être la conséquence des caractères paléontologiques, mais plutôt de la nature minéralogique.

J'ai dit que les terrains jurassique et liasique se dessinent en masses formant des arêtes parallèles dominant des dépressions; voici, en termes succincts, comment se composent, en allant de haut en bas, les deux masses jurassiques supérieure et moyenne; pour plus de clarté, je désignerai par une lettre chacune des sous-divisions de ces terrains.

Il existe dans la Haute-Marne et la Meuse une formation locale qui doit se rattacher au terrain jurassique supérieur, et qui vient s'interposer entre lui et le terrain néocomien: je veux parler de l'oolite du Barrois; comme elle n'entre point dans mon sujet, je n'en parlerai pas ici.

A. Le terrain portlandien est une masse fort puissante, composée d'assises de calcaires différents par leur texture, et reposant les unes sur les autres, savoir: en allant de haut en bas, *a*, calcaires grossiers, perforés et cariés, ayant l'aspect des meulières tertiaires; *b*, calcaires marno-compactes, noduleux et fragmentaires, contenant une série de bancs oolitiques à oolites très fines, que l'on a prises dans le département de l'Aube pour l'oolite du Barrois, et se terminant à leur base par des marnes grisâtres et blanches; *c*, calcaires compactes, à pâte fine, lithographique, à cassure conchoïde, devenant à leur base de plus en plus marneux, et passant aux marnes kimmériennes (v. *fig.* 11, pl. XX).

B. Sous le terrain portlandien existent les marnes kimmériennes; cette formation, également puissante, bien caractérisée par une allure régulière et constante et par l'ensemble de ses fossiles, peut se diviser en plusieurs petits étages alternativement calcaires et marneux.

C. Sous les marnes kimmériennes se présente un terrain composé principalement de calcaires; à leur partie supérieure ils sont grossiers, noduleux, et renferment des bancs oolitiques d'un gris jaunâtre, avec taches bleues, alternant avec des marnes; à leur partie inférieure, ils sont compactes, à cassure conchoïde, divisés en petits bancs nombreux, et se terminent par quelques gros bancs très durs, à structure fissile et raboteuse; cette division a été assimilée au calcaire à astartes.

D. Immédiatement sous ces bancs repose l'oolite corallienne, terrain calcaire qui, par ses fossiles et ses caractères minéralogiques bien tranchés et constants, peut servir d'horizon géologique; les oolites qui composent cette roche passent par tous les degrés de grosseur, depuis celle d'un grain de navette jusqu'à celle d'une noisette. L'on y rencontre des bancs compactes, crayeux,

et d'autres grumeleux, à texture lâche; tous ces calcaires sont généralement d'une grande blancheur.

E. A l'exception de l'oolite qui, ainsi que je le dirai, s'affaiblit au point de disparaître presque complètement, les quatre divisions que je viens de signaler ont une allure généralement constante et facile à saisir. Il n'en est pas de même du terrain corallien; c'est ainsi que je crois devoir désigner les bancs très variables qui remplissent l'intervalle compris entre l'oolite corallienne et les marnes oxfordiennes; à la partie supérieure l'on trouve toujours des calcaires compactes, grossiers et en gros bancs, et une assise oolitique à fines oolites; mais au-dessous, le terrain présente deux aspects tout-à-fait différents, suivant les localités où il s'est formé: *a*, le plus souvent ce sont des calcaires compactes, à cassure conchoïde, en bancs parfaitement stratifiés; à mesure que l'on descend, ils deviennent marneux, bleuâtres, ils alternent avec des marnes schisteuses qui finissent par prédominer, et passent au groupe suivant, qui est l'oxfordien supérieur; tel est l'un des aspects de ce terrain; *b*, dans la seconde manière d'être, les calcaires sont grumeleux, renferment une grande quantité de polypiers et de coraux empâtés, sont mal stratifiés, et ont, en un mot, tous les caractères du calcaire corallien ordinaire; à leur base, ils deviennent également marneux, tout en conservant l'aspect grumeleux, et passent aussi aux marnes oxfordiennes supérieures, qui ont contracté, elles aussi, ce caractère grumeleux à leur partie supérieure en contact avec le terrain corallien. Ces deux manières d'être de ce terrain sont parallèles; les roches de l'une et de l'autre se sont déposées à la même époque, et paraissent n'être que la continuation les unes des autres; pendant qu'un sédiment fin s'accumulait au fond de la mer, et donnait lieu à la formation de roches compactes, se stratifiant paisiblement, à côté, des récifs de coraux s'élevaient au milieu de ces bancs, empêchaient leur stratification régulière, et détruisaient leur uniformité. Il est donc impossible de séparer ces deux manières d'être synchroniques; et quoique les roches compactes soient privées de coraux, il faut les ranger néanmoins dans le terrain corallien.

F. Le terrain oxfordien supérieur est composé de marnes d'un gris bleuâtre, alternant avec des calcaires marneux qui passent, ainsi que je l'ai dit, aux roches coralliennes; elles sont presque sans fossiles.

G. La division des marnes oxfordiennes moyennes se compose,

à sa partie supérieure, de calcaires d'un blanc jaunâtre, en gros bancs, et au-dessous de marnes grises.

H. Enfin, les marnes oxfordiennes inférieures ont aussi, à leur partie supérieure, une masse calcaire, et au-dessous des marnes d'un bleu grisâtre; ces derniers deviennent jaunâtres à leur base en prenant du calcaire et en se chargeant de globules de fer oolitique; elles sont alors remarquables par la grande quantité de fossiles qu'elles renferment et le minerai de fer que l'on y exploite; elles forment la base de cet étage et reposent sur les calcaires dépendant du cornbrash des Anglais ou dalle nacrée.

Je ne m'étendrai pas davantage en descendant; tout ce qui doit être le sujet de cette notice est compris dans les divisions que je viens de nommer, encadrées en quelque sorte entre l'oolite du Barrois ou terrain portlandien supérieur et le cornbrash.

J'ai recueilli un assez grand nombre de fossiles de ces terrains: malheureusement il n'en est qu'un petit nombre de déterminés dans ma collection: je vais donner ici une liste de ceux dont les noms me sont connus; quelques uns de ces fossiles sont intéressants, soit parce qu'ils se présentent dans plusieurs des divisions désignées ci-dessus, soit parce qu'ils se rencontrent à un niveau géologique où MM. Thirria et Thurmann ne les ont point indiqués (peut-être pourrais-je en dire la raison).

A. Terrain portlandien.

<i>Gryphæa virgula.</i>	<i>Terebratula</i>
<i>Ostrea</i>	<i>Pterocerus oceani.</i>
<i>Isocardia orbicularis.</i>	<i>Natica</i>
<i>Trigonia clavellata.</i>	<i>Ammonites</i> (environ 9 espèces).
<i>Mya donacina.</i>	<i>Cidarites elegans.</i>
<i>Mytilus</i>	<i>Clypeaster Brongnartii.</i>
<i>Gervillia</i>	<i>Spatangus</i>

B. Marnes kimméridiennes.

<i>Gryphæa virgula.</i>	<i>Axinus obscurus.</i>
* — <i>bruntrutana.</i>	<i>Terebratula biplicata.</i>
* <i>Ostrea solitaria.</i>	—
* <i>Isocardia excentrica.</i>	<i>Bulla</i>
* — <i>inflata.</i>	<i>Natica turbiniformis.</i>
<i>Trigonia clavellata.</i>	<i>Nerita hemispherica.</i>
— <i>costata.</i>	<i>Melania striata.</i>
<i>Pholadomya acuticosta.</i>	—
— <i>protei.</i>	<i>Nerinea</i>
* <i>Mya Meriani.</i>	<i>Ammonites</i> (environ 12 espèces).
<i>Mytilus</i>	<i>Nautilus giganteus.</i>
<i>Gervillia</i>	<i>Cidarites</i>
* <i>Tellina incerta.</i>	

C. Calcaires à *Astartes*.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <i>Gryphæa virgula</i>. * <i>Ostrea solitaria</i>. * <i>Isocardia excentrica</i>. * — <i>inflata</i>. <i>Trigonia costata</i>. * <i>Pholadomya protei</i>. <i>Mya Meriani</i>. * <i>Mytilus plicatus</i>. — <i>pectinatus</i>. * <i>Tellina incerta</i>. <i>Terebratula</i>..... * <i>Avicula Gesneri</i>. | <ul style="list-style-type: none"> * <i>Lucina Elsgaudia</i>. * <i>Pterocerus oceani</i>. <i>Natica turbiniformis</i>. <i>Nerita hemispherica</i>. * <i>Nerinea suprajuransis</i>. * <i>Rostellaria Werneri</i>. <i>Trochus Bourgueti</i>. <i>Ammonites</i> (2 ou 3 espèces). <i>Nautilus giganteus</i>. <i>Cidarites</i>..... <i>Pavonia tuberosa</i>. |
|---|---|

D. Oolite corallienne.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <i>Isocardia excentrica</i>. <i>Trigonia clavellata</i>. — <i>costata</i>. <i>Pholadomya protei</i>. <i>Mytilus plicatus</i>. <i>Terebratula</i>..... | <ul style="list-style-type: none"> * <i>Avicula Gesneri</i>. <i>Nerinea</i>..... <i>Diceras arietina</i>. * <i>Apiocrinites rotundus</i>. <i>Agaricia crassa</i>. <i>Meandrina rastellina</i>. |
|--|--|

E. a. Calcaires coralliens compactes.

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * <i>Gryphæa bruntrutana</i>. * <i>Ostrea solitaria</i>. * <i>Isocardia excentrica</i>. * — <i>inflata</i>. <i>Trigonia</i>..... * <i>Pholadomya protei</i>. * <i>Mytilus plicatus</i>. — <i>pectinatus</i>. — <i>Terebratula</i>..... * <i>Avicula Gesneri</i>. * <i>Perna plana</i>. | <ul style="list-style-type: none"> <i>Pecten</i>..... <i>Diceras arietina</i>. * <i>Pterocerus oceani</i>. <i>Natica turbiniformis</i>. * <i>Nerinea suprajuransis</i>. <i>Nautilus giganteus</i>. <i>Cidarites Blumenbachii</i>. — <i>Echinus hieroglyphicus</i>. * <i>Apiocrinites rotundus</i>. <i>Rhodocrinites echinatus</i>. <i>Serpula</i>..... |
|---|--|

b. Calcaires coralliens proprement dits.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * <i>Ostrea solitaria</i>. * <i>Isocardia excentrica</i>. * <i>Mytilus plicatus</i>. — <i>pectinatus</i>. <i>Pecten</i>..... <i>Belemnites Royerianus</i>. <i>Cidarites</i>..... | <ul style="list-style-type: none"> <i>Echinus hieroglyphicus</i>. <i>Pentacrinites scalaris</i>. <i>Cnemidium bulbosum</i>. * <i>Astrea microconos</i>. <i>Lithodendron</i>..... <i>Serpula gordialis</i>. |
|--|--|

La plupart des fossiles qui composent ces listes sont cités par MM. Thirria et Thurmann, dans les deux ouvrages où ils ont

établi, d'une manière plus complète que cela n'avait été fait jusqu'alors, la division des terrains jurassiques; j'ai marqué d'une étoile ceux sur lesquels l'attention doit se fixer comme y étant spécialement nommés. En comparant les listes de ces fossiles données dans ces deux ouvrages, on verra qu'ils ne sont point distribués, dans le Jura et la Haute-Saône, comme dans le bassin parisien, au moins en apparence, car il serait plus juste peut-être de dire que les terrains dans lesquels ils se trouvent ne sont pas nommés toujours de même. Les fossiles suivants :

Gryphæa bruntrutana.
Isocardia excentrica.
 — *inflata.*
Pholadomya protei.
Mytilus plicatus (Modiola).
Avicula Gesneri.

Perna plana.
Pterocerus oceani.
Nerinea suprajuransis.
Apiocrinites rotundus.
Astrea microconos.

ne descendent point, dans la Haute-Saône et le Jura, suivant les ouvrages de MM. Thirria et Thurmann, au-dessous de l'oolite corallienne; la plupart même restent dans le terrain portlandien et les marnes kimmériennes : aussi les a-t-on regardés comme caractérisant l'étage supérieur jurassique. Dans la Haute-Marne, tous ces fossiles se trouvent au-dessous de cette oolithe, dans les calcaires coralliens; la plupart sont fort rares au-dessus et très communs au-dessous, et quelques uns même, comme l'*Apiocrinites rotundus* et la *Perna plana*, ne se trouvent point au-dessus. De ce fait, on ne conclura pas assurément que ces calcaires coralliens doivent appartenir aux marnes kimmériennes; il est plus rationnel de penser que ces fossiles se trouvent dans divers terrains. Quand des fossiles se sont trouvés concentrés dans une certaine série de roches, on a pu les faire servir à limiter un terrain en le faisant s'arrêter là où ces fossiles s'arrêtent; par la même raison, quand il a existé une dispersion d'un certain nombre d'espèces dans des roches de différents âges superposées, l'on conçoit que l'on a pu souvent confondre ces roches, ou les rattacher entre elles et n'en faire qu'un même terrain. Mais si d'autres caractères ou d'autres circonstances viennent à établir une distinction, évidente entre ces roches, il faudra bien adopter cette distinction, malgré la communauté d'un certain nombre de fossiles; c'est, il me semble, ce qui arrive ici, où l'oolite corallienne établit une division naturelle. Partout où l'oolite corallienne manque, on a pu ne former qu'un même terrain des calcaires à astartes et des calcaires coralliens compactes, reposant sans limites dis-

tinctes l'un sur l'autre; mais quand l'oolite corallienne s'est trouvée entre eux deux, force a bien été de les séparer. Dans le centre de la Haute-Marne, vers Vignory et La Mothe, l'oolite en bancs puissants sépare de la manière la plus nette les calcaires à astartes des calcaires coralliens compactes ou proprement dits; mais à mesure que l'on s'avance vers l'Aube, cette oolite diminue de puissance, puis elle disparaît complètement quand l'on arrive sur cette rivière dans les environs de Clervaux, et ce n'est qu'à grand'peine que l'on découvre quelques fossiles qui lui assignent sa place: alors les calcaires à astartes reposent immédiatement sur les calcaires coralliens compactes si bien développés dans cette localité, et peuvent être confondus avec eux, d'autant plus facilement que beaucoup de fossiles leur sont communs, comme on vient de le voir. Les espèces indiquées comme appartenant, dans la Haute-Saône et le Jura, à l'étage supérieur, ne lui sont donc plus spéciales, car il n'est pas possible de rattacher les roches de la Haute-Marne, qui les contiennent, à cet étage; l'oolite corallienne est là qui s'y oppose et oblige à les laisser dans le calcaire corallien de l'étage moyen; la même raison s'oppose à la réunion de ces roches au calcaire à astartes, quoique des astartes puissent s'y rencontrer, parce qu'alors il faudrait encadrer l'oolite corallienne au milieu des calcaires à astartes.

Ces observations me conduisent à d'autres d'une plus grande importance. L'étude de la distribution dans les terrains jurassiques supérieur et moyen de la Haute-Marne des fossiles, notamment de ceux nommés par MM. Thirria et Thurmann, comme appartenant aux groupes portlandien et kimmérien de la Bourgogne et du Jura, la comparaison des roches des deux bassins, quant à leur nature minéralogique, leur position et leur apparence intérieure, établissent entre ces terrains, dans les deux bassins, une différence dont j'ai cherché depuis longtemps à me rendre compte. Dans la Haute-Marne, c'est dans les calcaires coralliens compactes, dans les calcaires à astartes, surtout à leur partie supérieure, et à la base des marnes kimmériennes que se trouve le plus grand nombre des fossiles cités par MM. Thirria et Thurmann dans leurs groupes portlandien et kimmérien; il est remarquable que ces fossiles, à l'exception de deux ou trois espèces, ne montent point dans la partie supérieure de nos marnes kimmériennes et dans notre T. portlandien; ce qui l'est peut-être autant, c'est l'absence dans les listes de MM. Thirria et Thurmann des aminonites, qui y sont seulement représentées.

par de rares individus appartenant à deux espèces, tandis que les groupes portlandien et kimméridien parisiens en contiennent un très grand appartenant à plus de vingt espèces. Si des fossiles on passe à l'examen des roches, on trouve les mêmes différences dans les roches nommées de même, et les mêmes rapprochements entre les roches dites portlandiennes de la Bourgogne, du Jura, et celles qui, dans la Haute-Marne, s'étendent des marnes kimméridiennes aux calcaires coralliens. Je hasarderai donc ici une opinion qui peut-être paraîtra hardie, mais dont la comparaison attentive des terrains jurassiques des deux bassins fera peut-être plus tard reconnaître la justesse, c'est que le puissant terrain auquel nous avons donné les noms de portlandien et de kimméridien dans le bassin de Paris ne paraît pas exister dans la Franche-Comté et le Jura. Mais les calcaires supérieurs du terrain à astartes, c'est-à-dire ceux que j'ai dit précédemment être grossiers, noduleux et marneux, avec bancs oolitiques jaunâtres, que l'on pourrait rattacher avec plus de justesse peut-être aux marnes kimméridiennes avec lesquelles ils sont en contact; ceux, enfin, qui précisément renferment la majeure partie des fossiles que j'ai cités dans ce terrain y auraient acquis une puissance assez considérable pour représenter ces groupes. Le terrain jurassique aurait pu, en effet, s'arrêter là dans le bassin bourguignon, tandis qu'il aurait continué à se déposer dans le bassin parisien, et y aurait pris ce développement que nous lui connaissons. Quelques unes des espèces de Mollusques ont continué à vivre pendant ce développement; mais on voit que la plupart ont cessé d'exister, tandis que d'autres sont venues peupler la mer. L'absence complète dans notre T. portlandien et nos marnes kimméridiennes de la *Nerinea suprajurans*, si remarquable et si abondante dans notre calcaire à astartes et dans le T. portlandien de la Haute-Saône (Chargey) et du Jura (Fontenois, Soleure), est surtout remarquable; je rappellerai en passant ce que j'ai dit des Ammonites. Ce qui a donné chez moi de la force à cette idée, c'est la ressemblance frappante que j'ai trouvée aux calcaires portlandiens dans une carrière à Fontenois, près de Porrentruy, dans celle de Chargey, près de Gray, à une partie de ceux des carrières si connues de Soleure, avec ceux de la partie supérieure de nos calcaires à astartes que j'ai dit être oolitiques, d'un blanc jaunâtre avec taches bleues. M. Thurmann a éprouvé lui-même une grande difficulté dans l'étude des groupes portlandien et corallien du Jura; il dit (*Soulèvements jurassiques*, 2^e cahier, p. 12) qu'il est très difficile de se rendre compte des différents aspects

que présentent les roches coralliennes et portlandiennes, quand on considère les groupes coralliens et portlandiens comme deux groupes superposés, et non pas comme deux manières d'être différentes, quoique synchroniques d'une même division; et ailleurs (*Soulèvements jurassiques*, 1^{er} cahier, p. 11), qu'il est souvent fort difficile de distinguer, dans les relations géognostiques, les roches de la division portlandienne de celles du calcaire à astartes et même du calcaire à nérinées. Je cite seulement ces deux passages de l'ouvrage de M. Thurmann, comme indiquant plus spécialement les observations qu'il y a consignées. Si, dans le Jura, si admirablement étudié par M. Thurmann, notre T. portlandien eût existé, et qu'il y eût été séparé du T. corallien par la puissante masse de marnes kimmériennes que nous avons dans le bassin de Paris, ce géologue n'eût pu confondre ces deux terrains, les réunir et les regarder comme synchroniques. Mais supposez que dans certains points du Jura, comme il arrive dans le bassin parisien, notamment à Clervaux, ainsi que je l'ai dit, l'oolite corallienne vienne à manquer, le calcaire à astartes, ainsi que sa partie supérieure, considérée comme T. portlandien, se trouvera en contact avec les calcaires coralliens, qui pourront être compactes et contenir les mêmes fossiles, comme dans la Haute-Marne; ces terrains seront alors très facilement confondus et réunis en un seul, que l'on nommera, soit portlandien, soit corallien. Les études et les doutes de M. Thurmann viennent donc donner de la force à l'opinion que j'ai émise.

Je résumerai ainsi ces conjectures, que je sou mets à l'étude des géologues. Tout notre terrain jurassique supérieur manque dans la Bourgogne et la chaîne du Jura; les terrains portlandien et kimmérien de M. Thirria, dans la Haute-Saône, consistent dans le développement de la base des marnes kimmériennes et de la partie supérieure du calcaire à astartes du bassin de Paris; le terrain portlandien de M. Thurmann, dans le Jura, est le même, les roches coralliennes compactes y ont été réunies quelquefois quand l'oolite corallienne a manqué. Je répéterai ici, toutefois, que je ne prétends donner ces observations que comme des conjectures probables.

2^o *Comparaison des terrains jurassiques de l'Yonne avec ceux de la Haute-Marne*, par M. E. Royer.

La Société géologique a vu le lias soit dans les environs d'Aval lon, soit à Semur; j'ai pu le comparer avec ce même ter-

rain dans la Haute-Marne; il est composé de la même manière dans les deux départements: cependant dans le dernier il est plus puissant, il occupe une plus grande surface horizontale, et sa division en étage est plus nettement accusée orographiquement. Dans l'un et l'autre pays ce sont : à l'étage supérieur, les marnes jaunes; à l'étage moyen, des calcaires à *Gryphæa Cymbium*, avec marnes d'un gris bleuâtre au-dessous; à l'étage inférieur, des calcaires à *Gryphæa arcuata*; dans la Haute-Marne, on joint à ce dernier le grès dit quadersandstein. M. Thirria n'a point adopté cette division pour la Haute-Saône. Les grandes roches éboulées sur les pentes de la montagne voisine du château de Chevigny près de Semur, appartenant à l'oolite inférieure, ont la plus grande ressemblance avec les mêmes bancs qui forment tous les plateaux qui environnent la ville de Langres, et supportent cette ville même; l'érosion et la destruction successive des argiles du lias supérieur qui les supportent occasionnent les éboulements de ces bancs sur le contours des plateaux, et leur donnent cette ressemblance avec de vieilles murailles démantelées. Les calcaires blancs-jaunâtres marneux, observés par la Société à Gros-Mont, à Vézelay, et avant d'arriver à Asnières, me paraissent occuper la place des marnes à *Ostrea acuminata* de la Haute-Marne, malgré l'absence de fossiles caractéristiques, si abondants dans ce dernier département. La Société géologique n'a pu malheureusement, faute de temps, observer les relations qui existent entre la partie supérieure des groupes oolitiques ou étage jurassique inférieur et les marnes oxfordiennes.

J'arrive aux terrains moyen et supérieur dont j'ai donné les principaux caractères dans la Haute-Marne. La Société géologique, après avoir traversé les bois qui couronnent les hauteurs qui séparent la Cure de l'Yonne, a suivi un long vallon qui l'a conduite à Chatel-Censoir, sur les bords de cette dernière rivière. Le calcaire blanc-jaunâtre, la grande oolite et le forest marble se sont successivement présentés dans les coteaux qui bordent ce vallon jusqu'à Chatel-Censoir, ayant une pente uniforme vers le N. ou le N.-O. En quittant ce village, je m'attendais, comme la succession géologique le voulait, à trouver les différentes divisions des marnes oxfordiennes, puis enfin le terrain corallien; mais à une certaine distance, près d'un pont où la Société géologique a traversé le ruisseau de Chatel-Censoir, pour aller observer des grès de transport, nous avons tout-à-coup trouvé au niveau du sol de la vallée des calcaires oolitiques grumeleux, appartenant évidemment à l'oolite corallienne, puis au hameau du Saussois

près de Merry, à 3 kilom. de Chatel-Censoir, d'immenses rochers verticaux appartenant au calcaire corallien, très remarquables par leurs formes gigantesques et leur résistance à la désagrégation et la manière bizarre dont les agents destructeurs ont agi sur eux; montés sur ces rochers par un chemin difficile, d'abondants fossiles, appartenant à des polypiers, ont suffisamment caractérisé ce terrain; et enfin, en continuant à monter dans les champs, dans la direction du village d'Avigny, des calcaires oolitiques à nérinées et à dicérates ont annoncé de nouveau l'oolite corallienne, mais cette fois à un niveau bien supérieur au premier gîte. Il était donc évident que toute la masse des marnes oxfordiennes nous avait échappé; nous étions passés tout-à-coup du forest marble à la partie supérieure du terrain corallien; puis nous avons trouvé sa partie inférieure, et enfin une seconde fois sa partie supérieure. Quelle est la cause de cette absence du groupe oxfordien et de ces oscillations? C'est une question que je me suis faite, mais dont la solution demande une étude suivie du terrain. Cette cause ne peut être que l'une des suivantes: 1^o le terrain oxfordien peut manquer dans cette localité, soit parce qu'il ne s'y sera pas formé, soit parce qu'il aura été enlevé après son dépôt par des courants qui auront mis à nu le terrain jurassique inférieur sur lequel le T. corallien sera venu se déposer sans intermédiaire; 2^o il peut exister dans le voisinage de Chatel-Censoir des failles ou de simples ploiements qui auront dérangé la position et l'inclinaison régulière et normale des strates. M. Cotteau, qui a si bien étudié le sol du département de l'Yonne, admet la première de ces causes; il pense que dans ce département il existe plusieurs localités où le groupe oxfordien manque, et où le groupe corallien repose immédiatement sur l'étage jurassique inférieur: cependant, indépendamment des difficultés que cette explication me paraît présenter en elle-même dans cette localité, elle ne peut rendre compte que d'une partie des phénomènes observés, c'est-à-dire de l'absence des marnes oxfordiennes, mais elle laisse entière la difficulté des oscillations ou changements de niveau qui existent dans les terrains qui s'étendent de Chatel-Censoir à Avigny; par la seconde cause, on se rend plus facilement compte et du manque de marnes oxfordiennes et des restants des formations suivantes. L'oolite corallienne est, on le sait, très bien caractérisée par ses fossiles, sa texture minéralogique et sa blancheur remarquable, eu égard à la couleur grisâtre des roches sur lesquelles elle repose ou qui la recouvrent; elle peut servir en quelque

sorte d'horizon. Je ne puis douter que la masse oolitique que la Société a observée près du pont, au niveau du sol de la vallée, ne fasse partie de cette oolite comme celle qu'elle a vue au-dessus des grands rochers en allant à Avigny, et cependant, en donnant aux roches du premier gîte la pente ordinaire des couches, on arriverait à Avigny à un niveau considérablement inférieur au second gîte, inférieur aux grands rochers du Saussois, qui cependant, géologiquement parlant, sont couronnés par cette oolite; et si l'on a recours aux failles, il faudra admettre que les deux gîtes d'oolite appartiennent à deux assises différentes, dont l'une sera supérieure et l'autre inférieure aux rochers coralliens du Saussois, ce qui ne paraît pas exister, ainsi que je viens de le dire. Des failles seules me semblent donc expliquer cette exception à la pente régulière des couches; une première faille rapprochée de Chatel-Censoir, dont le bord sud sera resté plus élevé que le bord nord, aura fait descendre les marnes oxfordiennes et le corallien proprement dit à un niveau assez bas pour qu'ils ne puissent affleurer même au pied des coteaux dans la vallée, et restent cachés par l'oolite et les terrains qui la recouvrent; une seconde faille parallèle à la première, dont au contraire le bord nord sera élevé au-dessus de l'autre, aura ramené au jour le terrain corallien proprement dit; mais les marnes oxfordiennes, déjà fort abaissées par leur pente naturelle, n'auront pu paraître au jour. J'aurais pu dire tout simplement que le terrain compris entre deux failles parallèles est descendu au-dessous de son niveau naturel; l'explication eût été plus simple. Au lieu de cassures on peut admettre de simples ploiements des strates. Ces sortes de dislocations, si communes dans les montagnes ou dans leur voisinage, ne sont point rares non plus dans les pays de plaines; la Franche-Comté en est sillonnée, l'ouvrage de M. Thirria en fait foi. M. Cornuel (*Mémoires de la Société géologique de France*, t. IV, p. 271, et pl. XIII et XIV) et M. Thirria (*Annales des Mines*, t. XV, p. 43 et pl. I) en ont décrit quelques-unes dans la Haute-Marne, et j'espère ajouter plus tard à ce qu'ont dit ces géologues des documents assez positifs pour ne laisser aucun doute sur l'existence de ces dislocations dans la Meuse, la Haute-Marne et l'Aube; je citerai seulement ici la localité de Ferrières dans le second de ces départements, vue aussi par MM. Thirria et Cornuel, où il existe deux failles parallèles avec affaissement entre les deux. Pour ne pas sortir de l'Yonne, la Société géologique n'a-t-elle pas vu le ploiement considérable qu'éprouvent les rochers dans lesquels sont creusées les grottes.

d'Arcy, lequel est probablement la cause première de ces grottes ? Je livre ces réflexions, auxquelles je ne veux attacher que l'importance que l'on peut donner à de simples conjectures, à M. Cotteau, qui, placé sur les lieux, peut éclaircir ces faits avec ce zèle qu'il apporte dans l'étude géologique du département de l'Yonne.

Je n'ai plus que quelques mots à dire du terrain oxfordien supérieur que la Société a visité à Vermenton; il me paraît être le même que j'ai indiqué sous la lettre F dans la Haute-Marne; l'alternance de marnes grises et de bancs marno-calcaires, et la rareté des fossiles caractérise ce terrain dans les deux pays (voyez les coupes *fig. 10 et 11*, pl. XX).

3° *Note sur les grottes d'Arcy*, par M. Ern. Royer.

La vallée de la Cure forme des sinuosités très prononcées, les coteaux qui la flanquent offrant alternativement des golfes et des promontoires en regard les uns des autres et qui se correspondent; c'est dans un de ces promontoires auquel est adossé le village d'Arcy que sont creusées les grottes que la Société géologique a visitées (*fig. 7*, pl. XX). Ce cap est composé de roches appartenant au groupe corallien; les grands rochers verticaux ou surplombants que le dessin (*fig. 5*, pl. XX) indique en *a*, sont caractérisés par les polypiers de ce terrain, et l'oolite corallienne existe à leur sommet.

La grotte principale est un long corridor ondulé, s'élargissant et se rétrécissant alternativement, mais sensiblement dirigé en ligne droite et traversant le coteau d'un côté à l'autre sur une longueur qui, d'après M. Belgrand, est de 876 mètres; on y entre après être monté sur un talus d'éboulement de quelques mètres de hauteur, et en pénétrant sous un rocher faisant partie des escarpements qui dominent la vallée; à peine y est-on entré que l'on descend par une pente aussi forte que celle que l'on a gravie pour atteindre l'ouverture jusqu'au niveau de la rivière, ce que l'on reconnaît par la présence d'une flaque d'eau qui, se perdant à la vue sous les rochers dans l'obscurité, ne permet pas de juger de son étendue. Il n'entre point dans mon sujet de raconter toutes les beautés féériques de cette immense caverne, de peindre ces milliers de colonnes aux formes fantastiques, tantôt éclairées d'une vive lumière, tantôt disparaissant dans l'obscurité, aucune description ne pourrait donner une idée de cet admirable spectacle; mon but est seulement de dire quel a pu être l'origine de cette grotte. La Société a pu constater le passage, à une époque

fort reculée, des eaux de la Cure par ce couloir souterrain ; le gravier et les galets composés, comme celui de cette rivière, de granite et d'autres roches que l'on y trouve sous la croûte stalagmitique qui forme le sol, sont les témoins irrécusables de ce passage. L'ouverture était autrefois, sans doute, beaucoup plus large et plus basse ; elle aura été obstruée en partie par le talus d'éboulement qui est amoncelé au pied du coteau. Du côté opposé de ce coteau, dans le lieu où la grotte doit aboutir, des sources d'eau vive annoncent que l'eau n'a pas encore abandonné complètement ce passage, et qu'il s'en écoule encore peut-être dans les cailloux et les fragments de roches qui jonchent le sol, ou par quelques fentes inférieures (*fig. 8*).

A quelque distance de cette caverne principale, aujourd'hui livrée à la curiosité de l'homme, il en existe d'autres où l'on ne peut pénétrer, parce qu'elles sont encore remplies par les eaux de la rivière. L'une d'elles présente son ouverture complètement à la base des rochers, qui ne sont point ici bordés de talus d'éboulement. Les eaux de la Cure, après avoir traversé le terrain alluvien qui forme le sol de la vallée, reparaissent au pied de ces rochers et se précipitent en bouillonnant dans cette grotte, dont les préposés au flottage du bois destiné à l'approvisionnement de Paris sont obligés de fermer l'entrée par un grillage pour empêcher le bois de s'y perdre dans les moments de débordements. Les eaux reparaissent également près du village d'Arcy (*fig. 9*). Il est donc évident que l'excavation des grottes d'Arcy est due au passage des eaux de la Cure ; mais il me semble que ces eaux n'auraient pas pris cette direction, qu'elles n'auraient point pénétré à travers un coteau composé de roches compactes, si elles n'avaient trouvé quelques fissures ouvertes par une cause étrangère et antérieure qui leur aient donné un premier passage.

Quand on est placé dans la vallée, en amont du promontoire d'Arcy, et que l'on jette les yeux vers les escarpements par lesquels il se termine brusquement de ce côté, on voit que les bancs qui composent ces rochers plongent fortement depuis le point *b* jusqu'au point *c* (*fig. 5*), puis que leur inclinaison diminue insensiblement, et qu'ils finissent par devenir à peu près horizontaux, décrivant ainsi une courbe dont la concavité est en dessus et regarde le ciel. La plus forte inclinaison mesurée par M. Virlet est d'environ 12° ; elle est trop en contradiction avec l'horizontalité ou au moins avec la pente très peu prononcée des terrains jurassiques, et particulièrement de ceux de cette partie du bassin de Paris, trop en opposition avec la position horizontale toute

voisine des mêmes roches , pour permettre de l'attribuer à autre chose qu'à une dislocation postérieure à la formation de ces terrains. Il serait trop long de développer les raisons qui doivent faire repousser l'opinion de leur formation dans cette position inclinée, et comme je pense que cette idée inadmissible n'est arrivée à personne, ce développement est inutile. Une dislocation produite soit par le soulèvement de la partie *b*, soit au contraire par l'affaissement de la partie *d*, est donc la cause de cette courbure; l'un ou l'autre a dû produire les mêmes effets. Les roches, arrivées déjà à un grand degré de dureté, et par conséquent de rigidité, n'ont pu se prêter au ploïement qu'elles avaient à subir sans se rompre; les ruptures ont dû être d'autant plus nombreuses et prononcées qu'elles s'opéraient dans des bancs plus éloignés du centre du cercle dont ils étaient appelés à faire une partie de la circonférence, ou, pour parler plus clairement, plus larges et plus nombreuses dans les bancs inférieurs que dans les supérieurs; par la même raison, la plupart ont pu rester cachées dans la profondeur ou bien être masquées aujourd'hui par les talus d'éboulements (*fig. 6*).

Il est donc probable que les roches qui constituent le promontoire qui est traversé par les grottes d'Arcy sont interrompues par des fissures à peu près verticales, dues à la courbure de ces roches. Ce sont ces fissures que les eaux auront suivies, agrandies; leur action aura été d'autant plus active qu'arrivant par ce chemin beaucoup plus court au même niveau que par le lit de la rivière, leur pente était plus rapide.

La séance est levée à onze heures.

Séance du 20 septembre à Semur.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. le Président remercie d'abord, au nom de la Société géologique de France, les membres de la Société des sciences naturelles de Semur de l'accueil bienveillant qu'ils ont fait aux membres qui sont venus visiter les environs de cette ville.

M. Cotteau donne lecture du procès-verbal, qui est

adopté; puis il rend compte des observations que la Société a faites dans la journée du 20 septembre.

La route que la Société a suivie pour se rendre d'Avallon à Semur n'a offert que peu d'intérêt. Dans le fond des vallées règne toujours le granite, au-dessus duquel vient l'infra-lias, c'est-à-dire les couches inférieures aux calcaires à *Gryphæa arcuata*, puis le calcaire à *Gryphæa arcuata*, où abonde l'*Ammonites bisulcatus*. A un kilomètre environ de Semur, la Société géologique a été reçue par les membres de la Société de Semur, et, accompagnée par eux, elle a été visiter une brèche osseuse qui se trouve à quelques kilomètres de la ville, au sommet de la montagne de Cra, à la base du calcaire à entroques; en s'y rendant elle a traversé les différentes couches du lias, et elle a pu constater leur identité minéralogique et paléontologique avec les mêmes couches observées à Vassy dans la course du 15 septembre; elle a de plus remarqué à la partie supérieure du calcaire à *Gryphæa arcuata* une couche où abonde une petite Térébratule, probablement la *Terebratula variabilis*. Plusieurs ouvriers ayant fouillé la brèche osseuse, la Société a pu recueillir un grand nombre d'ossements brisés appartenant à l'Éléphant, au Bœuf, à l'Aurochs, au Cheval, etc. Les collections de Semur contiennent en outre des ossements de Cerf, de Bouquetin, de Castor, d'Ours, et de plus des fragments de granite et des silex provenant également de cette brèche osseuse; tous ces débris sont disséminés dans une argile rougeâtre. Au même horizon, et se prolongeant au loin sur les flancs de la montagne de Cra, la Société a remarqué un conglomérat formé des roches brisées du calcaire à entroques; ce conglomérat se lie d'une manière intime à la brèche osseuse, et paraît être de même origine.

M. Robineau attribue la formation de la brèche à la violence d'un courant diluvien qui, se faisant jour au travers du calcaire à Entroques, plus meuble en cet endroit, aurait accumulé dans les anfractuosités du sol déchiré les débris d'ossements qu'on y rencontre aujourd'hui en si grande abondance. M. Robineau ajoute que parmi les ossements il a rencontré des os de petits animaux.

M. Nodot pense que cette brèche osseuse doit être considérée comme une portion détachée d'une caverne qui occupait autrefois la partie supérieure de la montagne; il en est de même des roches qui forment barre au-dessous de la brèche; ces faits d'ailleurs ressortent naturellement de l'observation des lieux. Quant aux ossements qui existent dans le travertin ferrugineux de la brèche, on les trouve fracturés et non roulés. Il possède même une tête d'humérus brisée et aplatie, dont les morceaux n'ont pu être retenus ensemble que par la gélatine des os; ce qui prouve que ces dépôts ossifères n'ont pas été accumulés lentement et successivement, mais déposés par une force puissante et instantanée.

M. Bourjot pense que les os ont pu être apportés de très loin, peut-être du plateau central de l'Auvergne, par un courant qui les aurait agglomérés sur les flancs du calcaire à Entroques; ils ont pu être brisés dans la chair même, qui persiste longtemps sur les corps en décomposition, et avoir ainsi été préservés du frottement.

M. Leymerie pense que la formation de la brèche osseuse de Semur se rattache au grand phénomène diluvien, dont les traces se retrouvent au fond des vallées, comme sur les flancs et les sommets des montagnes. Dans les dépôts diluviens on a presque toujours trouvé des dents d'Éléphants; dans certaines localités elles ont été recueillies en abondance; dans la vallée de Villebertin, dans l'Aube, on en a rencontré une vingtaine. Comme les débris d'Éléphant caractérisent les terrains diluviens, leur découverte dans la brèche osseuse de Semur assigne à celle-ci une origine et un âge certains. Il fut une époque, ajoute M. Leymerie, où les couches du calcaire à Entroques qui maintenant couronnent le sommet des montagnes n'étaient point interrompues, et où la profonde vallée qui s'étend entre Semur et la montagne de Cra n'existait pas encore. Lorsque commencèrent les phénomènes diluviens; lorsque, profitant d'une dislocation antérieure, les eaux creusèrent la vallée, elles agirent avec plus de force sur les marnes inférieures, qu'elles entraînèrent; les bancs du calcaire à Entroques surplombèrent et formèrent une sorte de caverne dans laquelle

se sont déposés les ossements qu'on y trouve aujourd'hui ; puis à la fin de l'époque diluvienne les roches s'affaissèrent et le sol prit sa configuration actuelle.

M. Robineau adopte l'opinion de M. Leymerie sur les effets des courants diluviens.

M. Malinowsky dit qu'on a trouvé, mêlés aux ossements, des silex aigus travaillés par la main de l'homme, ce qui pourrait faire attribuer à ces débris une origine différente de celle qu'on leur assigne.

M. Nodot pense que la forme quelque peu aiguë des silex cités par M. Malinowsky est due au hasard.

M. Royer cite une caverne près de Châtillon-sur-Seine, observée par M. Beaudouin, où se trouvent des ossements et des silex travaillés par l'homme ; mais les silex sont toujours à la partie supérieure et nullement confondus avec les ossements.

Séance du 21 septembre, à Semur.

PRÉSIDENTE DE M. MICHELIN.

M. Cotteau, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, qui est adopté. Il rend compte ensuite de l'excursion faite dans la journée du 21.

La journée a été consacrée par la Société à visiter le terrain houiller de Ruffey et le minerai de fer exploité à Thoste et à Beauregard, dans les couches du lias inférieur au calcaire à *Gryphæa arcuata*. Les fouilles faites à Ruffey ont 3 mètres à peine de profondeur ; les matériaux qu'on en a extraits sont encore gisants sur le sol : c'est un anthracite brillant, lamelleux, et qui s'exfolie facilement ; on trouve mêlée à cet anthracite une roche d'apparence plutonique, que quelques membres ont regardée comme de l'eurite, et le plus grand nombre, comme le grès qui accompagne ordinairement le terrain houiller et qui aurait été modifié par le contact des terrains ignés. Ce lambeau de terrain houiller se rattache évidemment par sa nature et par sa position au

terrain houiller observé par la Société près de Villiers-Nonains.

La Société s'est ensuite dirigée vers le village de Thoste; avant d'y arriver elle a traversé des champs où affleurent les couches ferrugineuses de l'infra-lias, et l'on a pu y recueillir de nombreuses valves de *Sinemuria* et d'*Astarte*, ainsi que quelques *Astrea*, changées en fer oligiste par un phénomène que la chimie ne peut expliquer. La Société, traversant ensuite le village de Thoste, a visité, dirigée par M. Jean-Marie, maître mineur, l'exploitation de minerai de fer située près de cette commune, dans des galeries souterraines. Le minerai de fer est dans cette localité à l'état terreux; il repose sur des lumachelles alternant avec des marnes et peut avoir un mètre et demi d'épaisseur (1).

Au-dessus du minerai de Thoste, M. Jean Marie a fait observer à la Société que les couches à *Gryphæa arcuata* qui recouvrent le minerai sont pénétrées de silice et de barytine, et présentent tous les caractères de la formation arkosienne coquillière, tandis que les couches inférieures à minerai de fer n'offrent nulle part la trace des filons de quartz ou de baryte. La Société s'est ensuite dirigée vers Beauregard, où le minerai est exploité à ciel ouvert, et où la Société a pu constater très facilement la superposition du minerai aux lumachelles, et celle des couches à *Gryphæa arcuata* au minerai; mais dans cette dernière localité, le calcaire à *Gryphæa arcuata* n'est point imprégné de quartz comme à Thoste. Le minerai est, à Beauregard, moins terreux qu'à Thoste, et prend le nom de minerai en roche; certaines plaquettes ferrugineuses sont pétries de *Sinemuria*,

(1) Voici, d'après de récentes analyses, quelle est la composition du minerai de fer exploité à Thoste :

Peroxyde de fer	0,608
Oxyde rouge de manganèse. . .	0,054
Alumine soluble.	0,060
Argile.	0,240
Eau et oxygène.	0,058

1,000

d'*Astarte*, de *Turritella*, de *Pecten*, de *Plagiostoma*, etc., etc.

Revenant ensuite à Semur, la Société, en gravissant la montagne granitique qui s'élève vis-à-vis le village de Beauregard, a vu le granite traversé par de nombreux filons de quartz, dont quelques uns, surtout à la partie supérieure, avaient une teinte ferrugineuse, et semblaient prouver qu'à une certaine époque le fer, comme le quartz, s'était fait jour au travers des couches granitiques et les avait traversées avant de s'épancher à la surface.

Dans toute cette excursion, la Société a été dirigée par M. Jean Marie, qui, ayant depuis longtemps étudié tous ces terrains, a communiqué ses observations à la Société, et a mis à la disposition de tous les nombreux et beaux échantillons recueillis dans le minerai de fer.

Dans certaines localités où le minerai de fer a été autrefois exploité, M. Jean Marie a trouvé quelques pièces romaines, médailles intéressantes qui prouvent que du temps des Romains les mines de fer des environs de Semur étaient connues et exploitées.

Au retour de cette excursion, la Société a visité la collection géologique de M. Boucaut; puis un banquet lui a été offert par la Société des sciences naturelles de Semur.

La discussion s'engage à l'occasion des arkoses observées dans cette journée.

M. Leymerie, revenant sur le mode de formation des arkoses, dit qu'il adopte, à quelques nuances près, la théorie exposée depuis longtemps par M. Moreau; il admet comme probable que des éruptions quartzeuses ont eu lieu à différentes époques sur les flancs du massif ancien du Morvan. Quand les premières émissions ont eu lieu, il n'existait pas encore au-dessus du granite de terrain sédimentaire: aussi la silice a-t-elle pénétré seulement le granite et constitué ce qu'on appelle les arkoses granitoïdes. Plus tard, à l'époque où les terrains calcaires ont commencé à se déposer dans des mers où vivaient de nombreux mollusques, la silice a continué à se faire jour, et alors elle a imbibé des couches calcaires, elle a pénétré des coquilles dont le test a entièrement disparu, et les arkoses coquillières ont été formées; plus

tard encore de nouveaux épanchements ont eu lieu, qui ont couvert la roche sans s'y mêler. Il croit que la formation des arkoses n'a pas été instantanée, mais qu'elle est due à des phénomènes successifs qui ont manifesté leurs effets avant, pendant et après le dépôt des premières couches sédimentaires. En admettant cette théorie, M. Leymerie pense qu'il est parfaitement d'accord avec M. Moreau; mais il en diffère un peu, lorsqu'il cherche à expliquer la nature des éruptions quartzeuses qui ont contribué à la formation des arkoses. D'après M. Moreau, la silice a dû arriver à l'état pâteux; quant à lui, et il ne fait que reproduire une opinion déjà émise par M. Rozet, il croit que la silice, lorsqu'elle a produit les effets qu'on a constatés aujourd'hui, était tenue en dissolution dans des eaux thermales qui filtraient au travers des couches granitiques ou calcaires, et y déposaient les matières dont elles étaient saturées. Il se passait alors un phénomène à peu près pareil à celui que produisent en Islande les geysers, ces vastes jets d'eau bouillante qui contiennent une quantité de silice tellement grande, que le sol sur lequel leurs eaux s'écoulent en est promptement imprégné. La vapeur que dégageaient les eaux thermales servait de véhicule aux molécules de barytine, de fluorine, d'azurite, etc., qu'on retrouve disséminées dans les roches granitiques et calcaires, et dont il serait si difficile d'expliquer autrement la présence. Dans les couches de l'infra-lias apparaît aux environs de Semur un autre phénomène qui, loin de porter atteinte à cette théorie, vient lui prêter un nouvel appui : c'est la présence du fer. Ce phénomène, ajoute M. Leymerie, est essentiellement thermal, et ce qui le prouve, c'est la nature du fer, c'est l'état du minerai qui le contient. Le fer est souvent oligiste : or, pour que le fer se déposât à cet état, une grande chaleur était nécessaire; il est donc rationnel de supposer que les eaux qui ont amené le fer dans les couches de l'infra-lias étaient thermales, comme celles qui tenaient la silice en dissolution. Pendant que le fer se déposait, il y a eu un temps d'arrêt dans les éruptions quartzeuses, puis de nouveau la silice s'est fait jour, et elle a pénétré, comme on a pu le voir à Thoste, les couches

supérieures au minéral. Elle ne s'est point, il est vrai, répandue dans le minéral; mais elle l'a sans aucun doute traversé, et bien qu'on ne les ait pas encore constatées, si l'on cherchait attentivement, on y trouverait assurément les traces de son passage.

M. Hébert demande à M. Leymerie s'il explique par les eaux thermales la formation de toutes les arkoses, et s'il n'admet l'existence d'aucun filon igné; il cite le filon de Pierre-Perthuis, qui, formé d'un puissant massif quartzeux, n'a pu être évidemment produit par des eaux thermales. Pour lui, les filons ignés se montrent à chaque pas, traversant le granite et pénétrant la formation arkosienne.

M. Leymerie répond que la formation de toutes les arkoses s'explique naturellement par les eaux thermales, sans l'intervention de filons ignés; il n'a pas assez examiné le quartz de Pierre-Perthuis pour être certain s'il se rapporte à la formation de l'arkose, ou s'il n'est pas simplement contemporain du granite.

M. Nodot pense que les arkoses ne doivent pas être considérées comme des terrains, mais bien comme des pénétrations produites par des éruptions quartzeuses. Ces modifications ne sont que locales; on peut même dire qu'elles sont essentiellement propres aux arrondissements de Semur et d'Avallon. L'on ne rencontre les terrains arkosés que là où se trouvent des filons quartzeux. Ces derniers se rencontrent sur la ligne des thalwegs des rivières du Cousin, du Serein et de l'Armançon, qu'ils coupent en travers; et, lorsqu'on suit leur direction, on ne tarde pas à découvrir la limite de leur épanchement sur les hauteurs qui bordent le lit de ces rivières. La puissance des couches silicifiées est toujours en raison directe de la force des filons quartzeux. Si le quartz s'est épanché sur les sables granitiques, il les a cimentés et a constitué l'arkose granitoïde; si, au contraire, il a pénétré dans le lias, il y a eu substitution d'éléments, puisque dans la partie la plus rapprochée des filons quartzeux, l'arkose ne contient aucune particule calcaire, tandis que dans les parties plus éloignées, là où la force d'épanchement diminuait d'intensité, les particules siliceuses sont unies au

calcaire et constituent alors un calcaire siliceux, dans lequel la proportion de silice est variable; elle diminue même graduellement jusqu'à ce qu'elle ait totalement cédé la place au calcaire.

Les grès à gros grains observés à Semur, sur la route de Saulieu, et qui sont subordonnés au granite, ne doivent pas être confondus avec les arkoses, puisqu'ils n'ont aucune communication avec les filons quartzeux. Ce sont des psammites qui alternent avec des grès à grains fins.

M. Nodot présente un premier essai des poteries faites avec du kaolin non lavé, provenant du hameau de Champ-Morlin; ce kaolin existe au milieu du granite, en filons de 60 à 80 centimètres de largeur, et d'une profondeur inconnue. Ils s'étendent sur une ligne qui court du S. au N. et disparaissent au contact du lias. Ces vases sont très durs, sonores et résistants; ils supportent très bien la chaleur. M. Nodot ajoute qu'il va être fait de nouveaux essais avec ce kaolin; il en rendra compte en donnant la coupe des filons.

Le Secrétaire donne lecture de *considérations archéologiques sur la Bélemnite* de M. Nodot, dans lesquelles ce fossile est considéré principalement dans ses rapports avec l'histoire et la mythologie des Gaulois.

Il donne ensuite lecture de la note suivante.

Sur les stries et les moraines des glaciers de la vallée d'Aoste, par M. le chanoine Gal.

D'après les observations que j'ai faites, dans la vallée d'Aoste, sur les stries et les moraines des glaciers, je commencerai par dire que j'étais d'abord incrédule sur l'existence de *stries glaciales* sur des roches en place, dans des lieux où l'on ne peut admettre l'existence de glaciers sans une anomalie extraordinaire et d'une très longue durée dans l'abaissement de la température, et sans *un déluge de neige*, eu égard à l'étendue du sol et à la hauteur où l'on supposerait que ces glaciers seraient parvenus, et qu'ils auraient longtemps occupés; ce qui me paraissait et me paraît encore aujourd'hui incroyable.

Cependant, en comparant très attentivement les stries et le poli des roches produits par les glaciers actuels avec ceux qu'on remarque sur des roches éloignées de plusieurs lieues des glaciers, je me suis convaincu et persuadé de l'identité. Je ne me bornai pas néanmoins là; mais j'examinai, avec la même attention les roches polies par l'eau dans divers courants, par le passage des avalanches, et les roches qui subissent l'action des pluies et de la fonte des neiges.

L'eau courante qui charrie du sable, du gravier, des cailloux, etc., creuse les roches en les polissant; ces creux sont en général d'une forme ovale, et quelle que soit la polissure, ils ne présentent point de stries. Si parfois il paraît y en avoir, ce ne sont que les couches de la roche qui saillent, tandis que les *stries glaciales* sont presque toujours *transversales*, et forment un angle avec la direction des couches de la roche. Si ces stries eussent été produites par un courant d'eau, ou le passage d'une avalanche, ou l'action de la pluie, ou la fonte des neiges, elles auraient infailliblement une direction opposée à celles qu'elles présentent. D'ailleurs, quelques unes au moins de ces roches polies et striées par des glaciers sont dans des lieux où jamais il n'y eut ni avalanche, ni courant d'eau, ni lac, vérité dont on peut facilement avoir la conviction en voyant les localités. Cette année (1845), dans les premiers jours d'avril, des ouvriers mirent à découvert une roche en place, à dix minutes environ au levant de la cité d'Aoste, à l'extrémité et au midi du chemin de Beauregard, à l'angle N.-E. d'une vigne. Cette roche, exposée au midi, avait été préservée de l'action des rayons solaires, qui, avec la pluie et la fonte des neiges, altèrent la surface des pierres et les décomposent, car elle était couverte de débris de blocs erratiques et de terre. La largeur de la roche de l'ouest à l'est est de 7 mètres environ; sa surface perpendiculaire du côté du midi est plate; elle s'est montrée avec son beau poli strié dans sa partie supérieure seulement, sur une largeur d'un mètre environ; la partie inférieure, quoique plate, est toute brute; le glacier ne l'a pas atteinte. Le poli est ascendant de 2 pieds environ de l'ouest à l'est, et le sol dans lequel cette roche est en place est fortement incliné du nord au midi. Cette roche, qui était comme une nouvelle charte pour le géologue, fut malheureusement minée presque entièrement par le propriétaire de la vigne; il en reste cependant encore deux petites parties qui paraissent à fleur d'un mur qu'on y a fait, où l'on voit encore le poli et les stries.

Les environs sont couverts de plusieurs blocs erratiques, comme

on le remarque dans tous les lieux où l'on trouve des roches striées; entre autres il y en a un granitique énorme à 200 pas environ sur la ligne et au couchant de ladite roche, lequel a ses angles vifs, représente une mitre et en porte le nom, *la Mitra*, qu'il a donné à la vigne où il est majestueusement placé. Son volume et sa forme lui méritent une visite de la part des géologues; on voit, en considérant sa base large, qu'il a été déposé lentement sur le terrain qu'il occupe, car il n'est point enfoncé. La roche susdite était aussi environnée de gravier. Sur la même colline de Beauregard, au N.-O. de la roche dont je viens de parler, on en voit d'autres qui ont une surface polie hors de la terre, et conservant quelques traces de stries dans les endroits moins exposés au soleil. MM. les chanoines Carrel et Basonin les ont aussi remarquées. C'est au premier que je dois la première impulsion à l'étude des roches striées, et au second la nouvelle de la découverte des roches de Beauregard, que nous avons examinées tous trois avec grande satisfaction. Les stries de ces diverses roches ont toutes la même direction de l'ouest à l'est; si elles eussent été l'effet d'un courant d'eau, du passage d'avalanches, de la pluie ou de la fonte des neiges, leur direction serait infailliblement du nord au sud, suivant la pente de la colline, outre qu'il est évident qu'il n'y a jamais eu d'eau courante ni d'avalanche proprement dite sur ce point.

Quant aux roches qui se trouvent *sur le passage* des avalanches, elles présentent une surface plutôt usée que polie, par le frottement ou le choc des bois et des cailloux, ou pierres entraînées par ces grandes masses de neige; je n'y ai vu aucune strie. J'ai dit *sur le passage*, car les roches qui se trouvent dans le bas-fond où l'avalanche s'arrête pourraient être polies et striées, vu que l'avalanche, quand elle est fort considérable et qu'elle dure longtemps avant de fondre, prend la nature d'un petit glacier temporaire; on y remarque à peu près les mêmes révolutions; la neige se glace, elle présente diverses voûtes à sa base, sa surface se crevasse, etc.; c'est ce que j'ai remarqué cette année à Pré-Saint-Didier, à l'avalanche de Champex, qui descend annuellement d'un vallon qui est au N.-O. du mont Grammont, et laquelle, à la fin du mois de juillet, avait encore, à vue d'œil, 6 mètres environ au-dessus du sol.

Malgré mes observations réitérées dans divers lieux, sur des roches saillantes et sur des blocs depuis plusieurs siècles enfouis à une grande profondeur dans un sol soumis à des gouttières, et où l'eau parfois séjournait après les grandes pluies, jusqu'à ce

qu'elle se fût toute filtrée, je n'ai jamais connu des polis striés; mais j'ai remarqué que les blocs qu'on extrayait par le moyen des fouilles, et que l'eau en se filtrant avait recouverts d'une vase fine, se décomposaient facilement après qu'ils avaient été quelque temps exposés à l'air. Maintenant, je passe à l'époque de la polis-sure des roches en position, et de leurs stries que j'ai examinées. Je ne crois pas me tromper en disant qu'elles sont de l'époque *diluvienne*. En voici les raisons : 1° ces roches ne sont point striées au-dessous du niveau du terrain diluvien; les polis striés sont sur le terrain des blocs erratiques et des coquilles marines aussi erratiques dans la vallée d'Aoste, dont je fais une collection. J'en ai de divers sites de la vallée, dans lesquels il n'y a aucune roche calcaire coquillière, ce qui prouve que la mer y a passé sans y séjourner longtemps.

2° Plusieurs de ces roches en place se trouvent dans des *vallées de dénudation* et dans des bas-fonds, où les glaciers n'auraient pu atteindre avant que le déluge les eût mis à découvert, ce qui me paraît incontestable, en considérant à quelle hauteur la vallée principale et quelques vallées latérales étaient avant le déluge par la découverte des lits antédiluviens de la Doire et de certains torrents, celui de Valsavaranche, celui de Cogne et du Bultier, qui vient se jeter dans la Doire, au S.-E. de la cité d'Aoste, et qui lui donne le nom de *Doire Baltée*. Le lit primitif de ce dernier se montre au midi du hameau de Condemine à Gignod, sur la route d'Aoste, au grand Saint-Bernard, là où elle fait un angle. Au côté gauche de l'angle, en montant, si l'on observe attentivement, on pourra suivre ce lit sur un bon trajet. Son lit actuel est environ vingt minutes plus bas. Tout le sol de la vallée de Valpelline, dont le versant d'ouest est Gignod, et au fond occidental de laquelle coule maintenant ce torrent, devait naturellement être à cette hauteur; cette vallée a une lieue environ de largeur. Ce sol aurait couvert avant le déluge, à une grande profondeur, certaines roches en place, sur lesquelles on voit les stries.

Après ces observations, il se présente une question fort grave : comment supposer un glacier qui aurait envahi le val d'Aoste en long et en large, jusqu'à la hauteur où l'on trouve des blocs erratiques, c'est-à-dire jusqu'à la hauteur du petit Saint-Bernard, ou plus haut encore, car on y trouve également des blocs? Ce système de glacier gigantesque offre de grandes difficultés.

1° Il faudrait un déluge de neige pour former un tel glacier; car on sait qu'il faut de la neige pour former un glacier, et non

de l'eau. Le lac *Penus*, à côté de l'hospice du grand Saint-Bernard, n'a jamais formé un glacier, quoiqu'il soit bien plus élevé et moins exposé au soleil que bien des glaciers qui occupent un sol fort inférieur et plus exposé au midi, et qui croissent même quelquefois sous une température qui paraîtrait devoir les faire diminuer. Il faudrait donc admettre un vrai déluge de neige, car l'eau du grand cataclysme n'aurait point formé un glacier; et l'on ne voit pas non plus que la glace de l'eau soit soumise au mouvement des glaciers, et forme des stries et des cannelures sur les roches voisines. Ce serait recourir à un nouveau prodige sans raison, ce me semble.

2° Il est bien probable que le déluge aura causé un abaissement dans la température; mais est-il vraisemblable que ce refroidissement ait continué pendant plusieurs années, c'est-à-dire assez longtemps pour que la neige qui serait tombée à plusieurs reprises, et en grande quantité pût former un glacier universel? Deux raisons s'y opposent; l'une, c'est qu'il faudrait une trop grande et trop longue irrégularité ou anomalie dans le cours de la nature; l'autre, c'est que, par un grand froid, on n'a point de neige, comme l'expérience le prouve.

3° De plus, les partisans d'un glacier uni et immense supposent qu'il n'aurait pas existé au-dessus de la ligne où l'on cesse de trouver, dit-on, des blocs erratiques. Or, cela paraît inadmissible; car les neiges sont habituellement plus abondantes sur les collines et dans les plaines; et si c'était vrai qu'on ne trouvât pas des blocs erratiques depuis une certaine hauteur inférieure aux montagnes, le poli et les stries de celles-ci devraient, à défaut de blocs erratiques, nous attester l'existence des glaciers qui se forment sur des pentes même fort inclinées, comme on le voit sur plusieurs montagnes.

4° Les glaciers bouleversent le sol qu'ils occupent, détruisent et aplanissent les protubérances qu'ils rencontrent en s'avancant. C'est ainsi que je vis, en 1817, le glacier du Berrier, *aliàs* de la Brenva, au pied du Mont-Blanc, bouleversant le terrain sur lequel était la chapelle de Notre-Dame, laquelle fut détruite par cette cause physique, et non *par des ordres supérieurs...*, comme on l'a avancé dans le *Nouvel Itinéraire des vallées du Mont-Blanc*, 2^e édit. Genève, 1829, pag. 255. On l'a reconstruite plus haut. On voit tout près, à l'angle S.-E., la roche calcaire polie et striée par le glacier, on ne sait à quelle époque. Un glacier s'enfonce dans le terrain qui s'oppose à son accroissement, le soulève et le détruit en se couvrant lui-même d'une partie de ses débris, en-

gloutissant dans ses crevasses ce qui ne reste pas à la surface , faisant faire dans la suite diverses évolutions à des corps solides. Ainsi un glacier universel , ou des glaciers qui , provenant des diverses vallées latérales , se seraient réunis dans la vallée principale , et l'auraient toute envahie , auraient infailliblement détruit les dépôts diluviens , dont les uns s'élèvent fort haut en forme d'arête , les autres en terres , etc. Or , ces dépôts n'ont point été soumis à l'empire destructeur des glaciers , car ils subsistent. Je citerai seulement l'arête remarquable , dite vulgairement la *becca* (montagne) *blanche* , qui fait angle avec la vallée étroite où elle gît , dans la commune de Pollein , à deux lieues et demie environ de la cité d'Aoste , au S.-E. ; on ne peut pas regarder cette arête comme une moraine. Je parlerai encore d'un tertre de forme conique , qu'on voit à une petite demi-lieue au levant d'Aoste , en suivant le sentier agréable qui est à la droite du grand ruisseau Baudin ; il est tout près et au levant du hameau dit le *Crest* , dans la commune de Saint-Christophe. Les paysans appellent ce promontoire le *chantier du Crest*. C'est un tertre graveleux , isolé , parfaitement conique , contenant des blocs erratiques bien enfoncés et beaucoup de cailloux arrondis , transportés et ainsi agglomérés par le terrain boueux diluvien. Je citerai encore la belle *côte de Gargantua* , à une demi-lieue au S.-O. de la cité , laquelle est transversale à la direction de la vallée ; mais les preuves de ce genre ne manquent pas.

5° Si l'on suppose que les glaciers , commençant à se former sur les montagnes ou à leur pied , se soient avancés progressivement jusqu'à ce qu'enfin ils auraient occupé toute la surface de la vallée en amont et en aval , l'on doit admettre un espace de temps indéfini pour qu'ils pussent atteindre les limites du sol qu'ils auraient parcouru , en considérant le temps qu'ils mettent actuellement à parcourir un certain espace , outre qu'il est reconnu que les glaciers augmentent et diminuent alternativement , quoiqu'on ne puisse dire que cette alternative arrive régulièrement chaque sept ans. Un observateur digne de foi m'a dit qu'une année le glacier de la Brenva a avancé de 7 pieds dans l'espace de quinze jours. Cette année (1845) l'on m'a aussi rapporté qu'il a gagné 137 pieds de terrain depuis le 10 décembre 1844 jusqu'au 10 juillet suivant , sauf erreur dans le mode d'observation.

6° L'absence du poli et des stries sur des montagnes et des roches où l'on devrait en trouver s'il y avait eu un glacier universel , dépose contre cette hypothèse. Je conçois , et l'expérience prouve que dans plusieurs endroits ces stries ont dû disparaître par l'al-

tération survenue à la surface de certaines montagnes et de plusieurs roches en place ; mais en considérant qu'un certain nombre de montagnes et de roches sont de la même qualité que celles qui présentent des stries, qu'elles ne sont pas plus exposées aux agents atmosphériques, on est naturellement porté à croire que l'absence totale des stries prouve l'absence d'un glacier qui les aurait formées s'il y eût existé. Je me borne à une observation : le glacier de la Brenva, à Courmayeur, a laissé sur la montagne méridionale les stries bien marquées jusqu'à un quart de lieue environ de distance de la limite actuelle, et l'on voit la roche polie à une grande hauteur ; les habitants de Courmayeur appellent cette montagne polie *la liaisin* ; elle est calcaire. Que le géologue se donne la peine de suivre cette chaîne de montagnes jusqu'à Saint-Didier, et qu'il examine encore la chaîne attique à la droite de la Doire jusqu'à la Margax, sur une échelle de 2 lieues, il n'apercevra plus aucun poli ni aucune strie, soit sur les flancs nus des montagnes, soit sur les roches en place, depuis la ligne de démarcation bien sensible à un quart de lieue à peu près au midi du glacier. L'observation sur les moraines donnera le même résultat. Les montagnes dont je viens de parler sont calcaires comme celle qu'on voit polie et striée ; c'est précisément le calcaire qui se prête le plus à la polissure des glaciers et aux stries ; d'ailleurs, j'ai remarqué sur ce poli un vernis qui rend en quelque manière la surface de la roche imperméable aux fluides atmosphériques, comme la patine préserve les médailles de toute altération.

7° En considérant que sur le même sol il y a des blocs erratiques superposés, et d'autres ensevelis et fort enfoncés, il est naturel de conclure que ceux-ci ont été emportés et enveloppés par un courant boueux. En comparant la quantité de pierres qu'on voit sur les glaciers les plus bas, car les plus élevés n'en ont que fort peu ou point, avec le nombre infini de débris erratiques qu'on voit sur le sol alpin, dans des lieux même à l'abri des ravins, on ne peut raisonnablement admettre que tous ces transports soient dus aux glaciers. Quand on voit les blocs emportés et déposés par des torrents qui débordent avec fureur, on n'a pas de difficulté à reconnaître que l'invasion subite de l'Océan aura eu une force qui échappe aux calculs des *hydrologues*, d'autant plus que le globe terrestre aura subi alors des secousses qui lui auront imprimé un mouvement ondulatoire tel que des blocs auront pu facilement du versant d'une montagne tomber sur le versant opposé ou dans la plaine. Les moraines des

anciens glaciers n'auront pas été toutes formées des débris transportés par les glaciers, mais bien des pierres et du gravier, qu'ils ont rencontrés sur les terrains qu'ils ont occupés, comme il arrive encore maintenant.

8° J'ai remarqué en parcourant la colline septentrionale de la vallée d'Aoste, sur une longueur de plusieurs lieues, que la série des blocs erratiques granitiques est interrompue de loin en loin, et que l'espèce de granite varie à peu près en droiture des diverses vallées secondaires qui se penchent sur la principale; on ne peut donc supposer un glacier *continu* qui, partant du Mont-Blanc, aurait envahi toute la colline septentrionale d'Aoste. Ces dépôts me paraissent donc avoir été faits par des glaciers divers, provenant de diverses vallées, et en comparant les espèces des blocs erratiques de diverses régions avec celles qui constituent les montagnes, on pourrait reconnaître le point de départ de chaque glacier.

On a dit que sur la colline méridionale de la vallée d'Aoste, on ne trouve point de blocs erratiques de granite, et l'on a ajouté que cela s'explique en supposant deux glaciers provenant l'un du Mont-Blanc, et l'autre de la vallée latérale méridionale de Cogne, qui serait descendu par Aymarille, et qui, arrivé à la vallée principale, aurait pris la direction de celle-ci à l'est, en s'avancant parallèlement au glacier de Courmayeur, qui aurait tenu la gauche. L'on a supposé qu'il n'y avait point de roche granitique sur la ligne que parcourait le glacier de Cogne, depuis le point du départ, et l'on a envisagé la longue et haute colline dite *la Serra*, convergente à l'entrée orientale de la vallée d'Aoste, comme une moraine du glacier qui aurait couvert le côté septentrional de cette vallée dans toute sa longueur.

Cette hypothèse est ingénieuse; mais elle ne me paraît pas admissible: premièrement, pour plusieurs des raisons sus-exposées; secondement, elle est basée sur la fausse supposition qu'il n'y a point de blocs granitiques sur la ligne qu'aurait parcourue le glacier méridional d'Aoste; car, sans parler de ceux que j'ai trouvés bien haut sur la colline à la droite de la Doire, en partant de Courmayeur, j'en ai aussi vu à l'entrée de la vallée qui conduit à Cogne, à une lieue de distance au midi de la vallée principale, en faisant tout récemment une excursion jusqu'au célèbre aqueduc romain, appelé le *Pondel*; ils se présentèrent sur le bord du chemin à droite, en montant le premier, à cinq minutes au-dessus du hameau qui porte le nom de *la Poià* (la montée), Ce bloc a 11 pieds environ de long et 6 de large; on a construit

un oratoire dessus, dit l'oratoire de *Bioley* (nom de celui qui le fit faire); à cinq minutes plus haut se trouve le second bloc granitique, et en suivant le sentier tendant au Pondel, on voit un troisième bloc granitique roulé, au lieu dit *les Prés du Rafort*. Les montagnes voisines de l'un et de l'autre versant sont calcaires. Je n'ai pas poussé mes recherches plus loin de ce côté-là; mais cela suffit pour conclure que la direction des dépôts diluviens vers l'E.-N.-E. est due à celle du courant violent qui a poussé de ce côté, d'autant plus qu'on trouve bien enfoncés dans le sol de la colline septentrionale certains blocs énormes de manganèse, qui paraissent provenir des montagnes méridionales où gît cette roche.

Quant à la colline de *la Serra*, je ne crains pas de la dire *diluvienne*, après de Saussure, qui, en parlant des deux collines qui sont dans la plaine à l'entrée orientale de la vallée d'Aoste, s'énonce ainsi : « Ne désignent-elles pas évidemment les bords » du courant qui s'évasait en débouchant hors de cette vallée?... » Je ne sais si je ne me fais point illusion; mais il me semble qu'à » moins d'avoir des attestations de témoins oculaires, on ne peut » pas imaginer des monuments qui prouvent la vérité d'un fait » avec plus d'énergie (1). » D'ailleurs, cette colline serait une moraine monstre, sans pareille parmi celles qu'on reconnaît être telles, du moins parmi celles que j'ai vues de quelques uns de nos grands glaciers.

Maintenant j'émetts une opinion que je crois m'être propre : aussi je l'avance avec timidité, en la soumettant au jugement des savants. Elle me paraît simple et à l'abri des difficultés très graves, pour ne pas dire insolubles, qu'on élève contre les partisans de ces mers de glaces continues dans le sens exposé, et de celles dans lesquelles se jettent les antagonistes des stries, qui attestent évidemment l'existence d'anciens glaciers dans des lieux où il ne pourrait y en avoir aujourd'hui. A mon avis, le déluge a soulevé les glaciers; le courant les a transportés, et les eaux en baissant et en se retirant en ont déposé en divers endroits, où ils auront certainement passé plusieurs années avant de se dissoudre par la liquéfaction; ce qui se conçoit facilement, si l'on considère qu'une avalanche qui n'est qu'une partie minime en comparaison d'un glacier, dure quelquefois une année ou plus avant de disparaître complètement. La température

(1) *Voyages dans les Alpes*, n° 977; voyez aussi les n°s 319, 978 et 2503.

ayant dû être refroidie après le déluge, aura conservé les glaciers *erratiques*, et même des neiges plus fréquentes les auront alimentés pendant quelque temps.

Si cette opinion acquiert de la certitude en se vérifiant par des observations que d'autres plus éclairés pourront faire, elle deviendra une nouvelle preuve du grand cataclysme mosaïque. Je ne prétends pas généraliser les conséquences que je crois devoir tirer de mes observations, mais je me borne à la vallée d'Aoste.

J'ai remarqué qu'en calculant approximativement la quantité que telle ou telle roche en place a perdue par le frottement du glacier, et sachant combien ce frottement est corrosif, on voit que le glacier n'a pas séjourné longtemps dans son lieu d'exil.

J'ai trouvé, mais rarement, des blocs erratiques polis et striés; il y en a un, entre autres, à la gauche du chemin de Beauregard, à quelques pas au-dessus du ruisseau Baudin; il est de serpentine dure; il paraît conserver la place qu'il occupa lors du déluge; ses angles sont abattus, arrondis, et sa surface très peu convexe est polie et striée; ce qui paraît encore indiquer qu'après avoir été roulé, il fut soumis à l'action d'un glacier qui vint postérieurement s'arrêter sur le même sol, ce qui se prouve encore par le grand nombre de blocs erratiques qui sont du côté septentrional de ce chemin, dont on s'est servi pour le mur qui soutient le terrain supérieur, qui paraît ne devoir son élévation brusque et considérable au-dessus de l'inférieur qu'à l'action du même glacier qui, en le soulevant par son flanc septentrional, en fit comme sa moraine, et cette élévation continue tout le long du même chemin, excepté le promontoire de roche par lequel il passe, et où l'on remarque la roche polie, quoique la surface en ait été un peu altérée par diverses causes. La grande étendue d'une moraine ne doit pas étonner, attendu que divers glaciers alpins ont plusieurs lieues de longueur.

Je finis par une observation qui me paraît digne d'être aussi faite dans d'autres vallées: c'est qu'on voit certaines montagnes polies à une hauteur où les glaciers actuels ne paraissent avoir pu atteindre; ce seront donc des glaciers antédiluviens qui les auront polies; et en examinant les limites de ce poli, on pourra juger et de l'élévation du sol dans ces endroits à l'époque antédiluvienne, et de l'étendue des glaciers.

M. Bourjot remercie ensuite la Société des sciences na-

turelles de Semur de la réception qu'elle a faite aux membres de la Société géologique de France.

Séance du 22 septembre à Avallon.

PRÉSIDENTE DE M. MICHELIN.

La séance est ouverte à 7 heures.

M. Cotteau, secrétaire, donne le résumé suivant des courses faites à Semur dans les journées du samedi 20 et dimanche 21 octobre.

M. Hébert fait remarquer que les faits observés dans les excursions précédentes lui paraissent contredire la théorie exposée par M. Leymerie, et d'après laquelle la silification du calcaire à gryphées arquées serait due à des sources d'eau chaude chargées de silice ou geysers.

Le terrain parcouru par la Société est entièrement ferrugineux, d'une étendue de plus de 4 kil. de longueur, sur 2 de largeur, et d'une épaisseur de 6 à 8 mètres. Cet espace de terrain parfaitement horizontal, circonscrit dans plus de la moitié de son contour par le Serein, dont il forme la rive gauche, doit évidemment l'abondance de l'oxyde de fer qu'il renferme aux filons ferrugineux qui sillonnent la rive opposée, entièrement granitique. Le voisinage des filons, quartzeux lorsque le calcaire est silicifié, ferrugineux lorsqu'il est ferrique, ne permet pas de douter que les filons ne soient la cause de ces modifications.

Quant à décider si ces modifications ont eu lieu pendant le dépôt du calcaire à gryphées arquées, comme le veut M. Moreau, ou après ce dépôt, comme le pense M. Virlet; sans se dissimuler que la dernière opinion pourrait être soutenue, M. Hébert rappelle que les carrières de Thoste et de Beauregard ont montré des bancs nombreux de calcaire et d'argiles alternant ensemble, sur une épaisseur de plus de 6 mètres; que ces couches, dont il a recueilli un certain nombre d'échantillons pris à des hauteurs différentes, sont

bien horizontales jusque dans le voisinage du granite; que le peroxyde de fer s'y trouve répandu partout d'une manière presque uniforme, cristallisé seulement lorsqu'il se substitue au test des coquilles; qu'aucune apparence de sublimation ne s'y manifeste. Il préfère admettre que les éruptions ferrugineuses ont eu lieu pendant le dépôt des couches calcaires, de manière que les filons pouvaient percer le sol à la fois sur le rivage de la mer et sous les eaux qui se trouvaient ainsi chargées d'oxyde de fer, plutôt que d'adopter l'hypothèse d'une éruption postérieure à la consolidation des dépôts. De plus ces bancs ferrugineux contiennent des couches entièrement composées de coquilles. En brisant la roche, il est presque impossible de voir autre chose qu'une agglomération de coquilles. Il serait assez naturel de penser que les éruptions ferrugineuses ont contribué à la destruction instantanée de tous ces animaux.

L'arkose coquillière d'Avallon n'est pas moins contraire à la théorie des sources thermales. La Société a examiné à la montée des *Pannats*, près d'Avallon, un filon de quartz traversant verticalement le granite, et venant s'épancher à la surface de cette roche, sous une couche d'argile durcie par le contact. Cette argile n'est point pénétrée par le filon, elle contient seulement dans des fissures intérieures des cristaux de quartz. Bientôt au-dessus de cette argile on retrouve l'arkose coquillière, c'est-à-dire le calcaire à gryphées arquées silicifiées. Voyez la coupe fig. 2, pl. XX.

La liaison intime qui existe entre le filon de quartz, l'argile durcie et injectée de silice et le calcaire silicifié ne permet pas de faire intervenir ici des geysers.

Il résulterait des faits précédents que l'apparition des filons de quartz, et par conséquent la formation de l'arkose coquillière, constituerait une époque géologique bien précise, et qui serait celle du dépôt des couches de calcaire où abonde la *Gryphæa arcuata*.

Le phénomène des éruptions ferrugineuses de Thoste et de Beauregard serait antérieur, ou du moins ne se serait point prolongé aussi longtemps; car, dans la carrière de

Beauregard, M. Hebert a constaté que le banc supérieur, qui n'est autre, en cet endroit, que le calcaire à *Gryphæa arcuata*, n'est point ferrugineux ; son épaisseur est de 0^m,50 ; au-dessous vient un autre banc de 0^m,15, qui n'est point non plus ferrugineux ; puis se présente une couche d'argile barriolée de 0^m,10 à 0^m,20 ; puis enfin les bancs ferrugineux, où la présence de l'oxyde de fer se manifeste tout d'un coup avec une grande abondance. Si l'on admettait pour l'introduction du fer dans ces couches la théorie du métamorphisme, on ne verrait pas pourquoi l'action métamorphique se serait arrêtée sur tous les points, quelle que fût l'épaisseur du dépôt, à la couche à gryphées arquées. A Thoste, le dépôt ferrugineux est beaucoup moins épais qu'à Beauregard ; et cependant là aussi, au-dessus des bancs ferrugineux, se voit le même calcaire à gryphées arquées non ferrugineux, mais avec la particularité curieuse d'être silicifère : ce qui s'accorde avec les idées précédentes. Les couches ferrugineuses, quoique inférieures au calcaire à gryphées arquées, contiennent cependant aussi cette coquille passée à l'état de fer oligiste. Mais elle y est rare.

Ce dépôt ne doit donc pas être séparé du lias, dont il est la partie inférieure. Au-dessous on retrouve l'arkose grani-toïde, puis le granite, sans intermédiaire. On n'a pas eu l'occasion de constater l'existence des couches qu'on peut rapporter à des formations antérieures au lias.

M. Leymerie répond que l'état de fer oligiste, sous lequel se présente ici l'oxyde de fer, ne permet guère de supposer qu'il ait été formé par une simple sublimation dans des fentes de filon ; tandis que cela s'explique naturellement dans l'hypothèse d'eaux thermales émise par lui.

M. Moreau dit qu'à l'instant des émissions quartzeuses qui se faisaient au fond et près du bord de la mer, la température de l'eau était très élevée, et que pour dissoudre les substances que dissolvent les eaux thermales, il n'est pas nécessaire de supposer que ces eaux aient pénétré dans les fentes du granit pour en ressortir après s'être chargées de ces substances. Les eaux en contact avec la matière des filons pouvaient, à cette

température, dissoudre ces substances et produire les mêmes effets que les eaux thermales.

M. Moreau lit les deux notes suivantes de M. D'Avout, et dépose sur le bureau des échantillons que l'auteur offre à l'appui de sa communication.

1^o *De l'âge du terrain de transition situé à l'extrémité sud du massif granitique du Morvan.*

A l'extrémité S. du massif granitique du Morvan, il existe sur les bords de la Loire, au S.-O. de Bourbon-Lancy, un lambeau de terrain de transition, reste d'autant plus précieux des formations de cette époque, qu'il est unique dans cette partie de la France. Ce terrain a été indiqué sur la carte de MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy, comme appartenant au groupe du terrain de transition; mais nulle part, dans l'explication de la carte, ils ne lui ont assigné un rang dans l'échelle de cette formation. Doit-il être considéré comme faisant partie du système devonien, du système silurien, ou de l'étage inférieur sans fossiles du système cambrien, que nous nous proposons de nommer *cumberlandien*? telle est la question que je viens soulever; elle ne manque ni d'intérêt ni d'à-propos, puisque cette contrée forme le complément du massif, qui est l'objet des études présentes de la Société.

Limites du terrain.

Ce lambeau de terrain est, ainsi que nous l'avons dit, borné au S. et à l'O. par la Loire, dont il forme les montagnes qui en dessinent le bassin du côté de la Bourgogne. Il s'étend jusqu'au bord de la Loire, dont les alluvions modernes recouvrent les extrémités, en formant une bande étroite entre le fleuve et la montagne.

Au N. et à l'E., la carte de France l'indique comme limité par la route de Bourbon-Lancy à Digoin; il nous semble que l'on doit reculer cette limite un peu plus loin, et la borner à une ligne qui passerait à 3 kilomètres environ de Bourbon-Lancy sur la route de cette ville à Autun, qui traverserait Chalmoux, serait tangente à la montagne de Chizeuil, et aboutirait à la Loire à moitié distance de Perigny et de Saint-Agnan-sur-Loire.

Composition du terrain.

Ce terrain est d'une composition très simple et très uniforme. la masse principale est formée de schistes qui varient de dureté depuis une consistance tendre facilement rayée à l'ongle, jusqu'à la plus grande dureté, suivant qu'ils s'éloignent ou se rapprochent des montagnes euritiques de Bourbon-Lancy, ou granitoïdes de Mont et de Neuvy. Ces schistes sont gris-verdâtre et terreux pour l'espèce tendre, verdâtre jusqu'au vert foncé, approchant du noir, pour l'espèce dure; dans les parties avoisinant les montagnes qui le limitent, il prend une couleur tout-à-fait noire ou rouge brique; il paraît alors sensiblement modifié; dans d'autres points il contient de petits cristaux empâtés.

La matière la plus répandue ensuite est le quartz qui pénètre dans un grand nombre de cas et s'incorpore avec la pâte schisteuse sans paraître en altérer bien sensiblement la nature; outre le quartz en filons considérables qui se rencontre fréquemment, le terrain est semé de noyaux amygdaloïdes de quartz, soit euglobés dans la roche, soit rendus libres dans le terrain formé de ses débris; dans ce cas, il est toujours d'un blanc laiteux très pur; d'autres fois, enfin, on le trouve affectant des formes cristallines. Aux deux matières précédentes vient se joindre, surtout dans les parties qui se rapprochent de la Loire vers Aupont, Gilly, etc., des blocs calcaires, dont la pâte est d'un bleu noirâtre, d'une texture cristalline, traversés de filets blancs, mais surtout mêlés presque toujours d'une quantité considérable de quartz sous toutes les formes, cristaux, couches aplaties, grains, etc.; d'autres fois dans les calcaires qui se rapprochent du centre du massif, vers le château de Jarsaillon (commune de Chalmoux), il paraît mêlé au schiste, dont il adopte les formes et la texture satinée.

Soumis à une grossière analyse, après avoir été réduits en chaux, les calcaires d'Aupont et de Gilly, traités par l'acide hydrochlorique, ont donné des résidus siliceux, mais très peu d'argile, tandis que ceux de Jarsaillon, au contraire, en contiennent une très forte proportion.

Absence des fossiles.

Ce qui caractérise particulièrement les roches que nous venons de décrire, c'est l'absence complète de tous fossiles et de tout reste

de corps organisés ; j'ai fait tous mes efforts pour en trouver ; j'ai examiné des quantités de roches sur les points les plus distants et à des profondeurs variées , nulle part je n'ai trouvé trace de fossiles. Les calcaires de Diou (Allier) renferment, dit-on, de rares entroques, je n'en ai pas vu apparence dans ceux de Gilly, qui n'en sont séparés que par la Loire.

Disposition des couches.

Les assises puissantes des schistes de tout ce terrain sont en général très inclinées, et dans diverses directions suivant la forme des montagnes ; mais elles plongent en général vers l'O.

Dans toutes les parties où le schiste n'est pas altéré fortement, il se délite en lames souvent assez minces, comme vers Aupont ; ses masses se détachent en plaques affectant des formes pseudo-régulières, satinées et luisantes ; les plans de clivage sont très inclinés par rapport aux strates générales.

Le quartz, comme nous l'avons dit, a pénétré dans une foule de points, et se présente tantôt en véritables filons, tantôt en couches mêlées aux strates, tantôt en masses amygdaloïdes, depuis la grosseur d'un grain de sable jusqu'à celle d'un petit melon.

Quant au calcaire, on le rencontre en général en blocs assez gros près de Gilly, Aupont, et sur les points où on l'exploite comme pierre à chaux, ou bien en gros noyaux, toujours au milieu des schistes plus ou moins délités et convertis en argile, mais jamais en couches suivies et assez considérables pour engager à l'exploiter pour pierre de construction.

Age de cette formation.

Je n'ai jamais rencontré d'autres roches que celles qui viennent d'être décrites ; doit-on placer ce terrain à la partie la plus basse de ce qu'on nommait le système cambrien ?

MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, dans l'explication de la carte de France, ne disent rien de particulier sur ce terrain ; ils expriment, en thèse générale, que les lambeaux de terrains de transition, disséminés sur les bords de la Loire, paraissent appartenir aux deux systèmes dévonien et silurien, et ils admettent, avec M. Gruner, que le troisième étage existe dans le département de la Loire, à cause des débris de schiste lydien, qui se

retrouvent dans les grès des terrains de transition du Forez et de Tarare.

M. Boulanger, ingénieur des mines à Moulins (1), regarde le système silurien comme le seul qui se rencontre dans le département de l'Allier ; mais il infère de l'analogie de ces terrains avec ceux de la Loire et de Saône-et-Loire, qu'ils formaient tous autrefois la même nappe, qui a été déchirée par les bouleversements qui ont formé les bassins de la Loire et de la Saône ; toutefois, comme M. Grüner, il constate dans les grès des débris de terrains de transition plus anciens.

N'ayant pas eu connaissance du mémoire de M. Rozet sur les montagnes entre la Saône et la Loire, j'ignore s'il a donné une opinion sur l'âge des terrains qui nous occupent. Mais si l'on rapproche les caractères des roches décrites plus haut de tous ceux au moyen desquels les géologues qui se sont occupés des terrains de transition ont défini l'étage cambrien, on y trouvera une analogie des plus frappantes, je dirai presque une identité parfaite dans certains cas, et dans tous aucune ressemblance avec ceux qui distinguent les formations siluriennes. En effet, dans les montagnes de la Loire, la base du système renferme des schistes verts, du quartz lydien ; dans la montagne Noire, ce sont des schistes talqueux, des calcaires esquilleux qui se fendillent ; aux Bullats, ce sont des schistes noirs qui donnent au terrain l'apparence des schistes houillers, ce qui a été cause d'essais infructueux.

En Bretagne, où le terrain cambrien est plus développé, il se compose presque exclusivement de schistes luisants et satinés, et parfois de calcaires esquilleux ; celui de Cherbourg ne contient que des roches schisteuses ; à Arriz, ce sont des schistes verdâtres, luisants, esquilleux, contenant des mâcles très petites, des veines de quartz, etc.

Et dans toutes ces circonstances, on ne trouve que peu ou point de fossiles, et seulement, quand on en rencontre, c'est à la partie qui les rapproche du système silurien. Le terrain qui nous occupe a la plus grande analogie avec ceux de la chaîne du Forez et de Tarare, de la montagne Noire et de la Bretagne, qu'on regardait comme la partie inférieure du groupe des terrains de transition ; il n'y a pas jusqu'à l'analogie tirée de sa ressemblance avec les schistes houillers qu'on y retrouve ; je citerai à l'appui les essais infructueux faits ces dernières années par MM. Cockerill

(1) *Statistique géologique et minéralurgique de l'Allier*, p. 96, 107.

et autres industriels dans les environs de Bourbon-Lancy et de Jarsaillon , et qu'on a abandonnés après avoir reconnu l'erreur.

Analogie avec le terrain du Cumberland.

Si les caractères du terrain de Saône-et-Loire avec ceux étudiés en France , offrent une ressemblance très grande , l'analogie est encore plus bien plus frappante si on les rapproche de ceux du Cumberland , que M. Sedgwick décrit sous le nom de cambrien. On croirait, en effet , dans sa description , lire celle du terrain qui nous occupe : aussi est-ce surtout dans cette formation que l'on doit , à mon avis , ranger le terrain dont j'ai indiqué la limite. Les systèmes dévonien et silurien pourront être représentés dans ces contrées par quelques lambeaux striés aux extrémités de la limite tracée : ainsi , à Bourbon-Lancy, on trouve un grès qui contient des traces de schistes anciens , et à Saint-Agnan-sur-Loire se remarque une assise de grauwaacke d'une pâte rouge remplie de débris schisteux ; mais, je le répète , ces indices du système silurien ne se rencontrent qu'au-delà des limites tracées précédemment au terrain que nous regardons comme devant être rangé dans la partie inférieure du système cambrien , que je propose de désigner sous le nom de système cumberlandien.

2° Sur l'âge de la montagne de Chizeuil , et des filons de quartz des terrains de transition environnants.

La montagne de Chizeuil , sur les flancs de laquelle repose le terrain qui vient de nous occuper , a déjà été décrite par MM. Rozet et Landriot (1).

Je n'en ferai donc pas une description détaillée ; je rappellerai seulement qu'elle est entièrement composée de quartz à tous les états , depuis l'état compacte le plus dur , jusqu'à la consistance poreuse d'une véritable ponce. Au quartz se trouve associé et mêlé le fer , également à tous les états d'oxydation. Il s'en sépare parfois pour prendre l'apparence de scories de forges , de concrétions imitant presque les stalactites ; tantôt il se trouve mêlé abondamment avec le mica , qui le parseme de ses brillantes paillettes ; d'autres fois il présente lui-même les couleurs irisées les plus

(1) *Bull. de la Soc.*, t. IX, p. 202.

vives, puis offre par dessus les parties boursoufflées des cristaux de quartz coloré par l'oxyde de fer; enfin, du mélange intime et très varié de ces deux composants résulte une roche d'un rouge-noir qui est exploitée pour pierre de taille commune; elle est souvent remplie de cavités géodiques et scoriacées. On a essayé plusieurs fois d'exploiter cette roche comme mine de fer; mais on n'en a jamais retiré qu'un fer aigre.

La montagne est limitée à l'O. par les terrains de transition décrits plus haut, et qui s'étendent jusqu'à son pied; sa base est formée comme les collines qui l'entourent de granite porphyroïde, qui ne paraît pas se lier avec la calotte quartzo-ferrugineuse qui, selon que l'a dit M. Landriot, présente un dôme formé par un épanchement de quartz qui a été sans doute favorisé par les dislocations du sol, lors des soulèvements qui l'ont agité; c'est, en un mot, un filon de quartz qui s'est fait jour à travers les granites. Mais à quelle époque a eu lieu cet épanchement? Comme le filon ne paraît avoir éprouvé aucune dislocation, on doit admettre qu'il est postérieur à la montagne et que l'épanchement est venu à la suite du soulèvement de la masse granitique; or, ce soulèvement répond à l'apparition du granite porphyroïde, qui n'a eu lieu qu'après le dépôt du système silurien: ainsi l'épanchement de Chizeuil serait postérieur à cette formation, qui nous donne une limite inférieure; mais comment trouver l'autre? Or, la masse granitique n'ayant été recouverte par aucune formation depuis son soulèvement, il est probable que l'épanchement a dû suivre de près la dislocation du terrain sur lequel il repose.

Cette probabilité se trouve encore appuyée par les nombreux filons de quartz que nous avons signalés dans les terrains de transition; là tout porte à croire que les filons ont suivi de près le dépôt des terrains avec lesquels ils sont mêlés d'une manière intime, où ils ont pénétré de tous côtés, et sans avoir l'apparence d'avoir éprouvé de grandes résistances.

L'épanchement de ce quartz est sans doute contemporain de celui auquel on doit les calcaires primitifs en masses isolées de ces terrains, lesquelles ont dû être formées comme les travertins des sources thermales; au moins cette hypothèse ne semble plus devoir être mise en doute depuis les travaux de M. Virlet et le mémoire sur les filons qu'il a présenté en 1844 à la réunion extraordinaire de Chambéry: aussi, d'après ses explications, ne mettons-nous pas en doute que les calcaires du terrain cambrien ont été amenés dans cette formation en même temps que les

masses de quartz, et sont contemporains de ce terrain où bien sont de très peu postérieurs.

Quant au filon qui a donné naissance à la montagne de Chizeuil, il n'est certainement pas antérieur au soulèvement du granite porphyroïde; mais s'il est probable qu'il a eu lieu à l'époque de ce soulèvement, rien ne nous atteste cependant qu'il ne lui soit pas postérieur.

A la suite de cette communication, une discussion s'engage sur les filons quartzeux dont parle M. d'Avout et dont il cherche à préciser l'âge.

M. de Charmasse pense que ces filons sont les précurseurs de ceux qui ont formé l'arkose; mais que, comme l'a dit M. Rozet dans son mémoire sur les montagnes qui séparent la Saône de la Loire, les éjections quartzeuses ont duré sans interruption depuis le commencement du dépôt des terrains stratifiés jusqu'au lias.

Il ajoute que la montagne de Chizeuil est une preuve de l'éjection simultanée des matières quartzeuses et ferrugineuses, qui ont formé une montagne au lieu de former une nappe.

M. de Charmasse fait ensuite les deux communications suivantes, et dépose sur le bureau des échantillons à l'appui.

1° *Sur la non-association de la houille avec les porphyres dans le bassin d'Autun*, par M. Desplaces de Charmasse.

Lors de la réunion de la Société géologique de France à Autun, en 1836, deux de ses membres ont observé une couche de houille qui leur sembla intercalée dans les porphyres, et cette observation, consignée dans le *Bulletin*, t. VII, p. 327, est devenue un fait classique déjà cité dans plusieurs ouvrages de géologie.

Ce fait de l'injection des porphyres dans le terrain houiller, admis par les uns, rejeté par les autres, nous parut, à M. l'abbé Landriot et à moi, mériter d'être examiné de nouveau en ce qui concernait notre localité; en conséquence, nous nous rendîmes au pont de la *Vesvre*, où, malgré tout le soin que nous apportâmes à explorer la montagne du *Larcy*, il nous fut impossible de retrouver la coupe insérée au *Bulletin*; mais si nous n'avons pu

vérifier l'exactitude de cette coupe, nous avons du moins fait quelques observations dont le résultat a été de nous inspirer des doutes sérieux sur l'existence du fait qu'elle semblait démontrer.

La montagne du *Larcy*, située au débouché du vallon de la *Petite Verrière*, dans le bassin d'*Autun*, forme au milieu du terrain houiller un petit promontoire porphyrique dirigé du N.-O. au S.-E., dont la pente présente, du côté de l'O., un escarpement qui occupe environ le tiers inférieur de la montagne. Le terrain houiller entoure sa base à l'E. et au S. en se relevant vers elle ; mais du côté de l'O. il ne forme plus qu'une bande étroite située à peu près à la partie supérieure de l'escarpement composé en entier, ainsi que le sommet de la montagne, par une roche porphyrique, voy. pl. XX, le plan fig. 3 et la coupe fig. 4.

Cette bande, que nous avons pu suivre sur une longueur d'environ 300 mètres, montre sa tranche presque horizontale sur plusieurs points dépouillés de végétation, et nous avons reconnu qu'elle se rattache par une de ses extrémités au terrain houiller qui recouvre vers le S. le pied de la montagne, et que la direction est la même que celle du promontoire sur les flancs duquel elle repose avec une faible inclinaison ; dans quelques points elle présente des dérangements qui correspondent, ainsi que nous avons pu le voir dans une carrière, à des fentes ou failles qui se trouvent dans le porphyre, lesquelles sont quelquefois remplies par une matière argileuse mêlée de galets.

L'espace compris entre la tranche du terrain houiller et le sommet de la montagne où le porphyre se montre traversé par de nombreuses veines de quartz est occupé par des éboulements assez considérables qui nous ont empêchés, malgré les fouilles que nous avons fait pratiquer, de voir si le porphyre du sommet s'étendait sur le terrain houiller, ou si celui-ci y était simplement adossé.

Un puits de recherches foncé il y a quelques années, et qui a traversé le terrain houiller sur une épaisseur de 45 mètres, a rencontré des poudingues dont les galets étaient composés entièrement aux dépens du porphyre de la montagne du *Larcy*. Dans une tranchée que nous avons fait ouvrir près des anciens travaux, nous avons trouvé de la houille pénétrée de silice, et empâtant des fragments argileux de grès et de porphyre, et les roches sous-jacentes présentaient des fissures remplies par de la houille.

Les roches du terrain houiller nous ont paru généralement avoir subi une certaine altération ; les parties schisteuses ou argi-

leuses décolorées et durcies ressemblent à certaines roches euritiques; les grès gris-verdâtre clair, tachés de jaune, ont perdu les caractères primitifs de cette roche, et peuvent facilement être confondus avec les porphyres; la houille ne présente point l'aspect du coke comme dans le voisinage des dykes de basalte, mais elle n'est que peu bitumineuse, et sa combustion est rendue difficile par le réseau siliceux qui pénètre dans les plus petites de ses fissures. Enfin, nous avons remarqué qu'aucune roche autre que le porphyre, auquel est attribué le soulèvement, ne se montre dans le voisinage.

En résumé, nous n'avons pas vu le porphyre recouvrir le terrain houiller ou en envelopper des fragments, tandis qu'au contraire nous avons vu la houille et les poudingues qui l'accompagnent empâter des débris du porphyre, et s'insinuer dans ses fissures; nous nous sommes assurés qu'une portion notable du terrain houiller est composée aux dépens des porphyres auxquels on attribue son soulèvement. Nous pensons que quelques unes des roches présentées comme des eurites ou des porphyres, n'étaient autres que des schistes ou des grès altérés, et que leur aspect particulier est dû plutôt à leur pénétration par de la silice, qu'à une action occasionnée par les porphyres qui, dans le Morvan, ne paraissent pas avoir produit une altération sensible sur les roches qu'ils ont traversées; enfin, il nous a été impossible de comprendre comment une masse de porphyre surgissant à l'état de fusion pâteuse, aurait pu s'insinuer précisément entre le terrain houiller et les roches qui le supportaient, sans avoir soulevé quelques portions de ces derniers.

Quant à la position qu'occupe cette bande de terrain houiller, nous pensons qu'on peut, sans avoir recours à une éruption de matières ignées, l'expliquer en supposant qu'elle a été détachée et portée à la place où on l'observe par une faille opérée dans le sens de la vallée de la petite Verrière, tout près de l'affleurement des couches du terrain houiller, et parallèlement à leur direction.

Depuis ces observations, que j'ai faites avec M. l'abbé Landriot, j'ai visité la localité d'*Esnot*, citée aussi à l'appui du fait de la pénétration des porphyres dans le terrain houiller.

Il est certain que les tentatives d'exploitation qui ont eu lieu ont été faites sur une houille de qualité médiocre associée à des porphyres, et que c'est souvent en traversant cette roche que l'on est arrivé jusqu'à elle. Mais en me rappelant ce que j'avais

vu dans les anciens travaux, et après un examen attentif de la localité, j'ai été convaincu que la houille formait des veines et des filons dans le porphyre dont elle enveloppait des masses plus ou moins considérables, tandis qu'au contraire je n'ai jamais vu ce même porphyre renfermer aucuns débris du terrain houiller. Les localités de *Collonge* et de la *Chaume de Maine*, où se rencontrent quelques lambeaux détachés du bassin d'Autun, m'ont présenté le même phénomène.

D'après ce qui précède, je suis convaincu que les prétendues eurites pénétrant dans la houille, près le pont de la *Vesvre*, ne sont autre chose que les roches du terrain houiller modifiées par l'action de la silice, dont on voit de nombreux filons dans les environs, et que les vrais porphyres consolidés depuis longtemps présentaient des crevasses profondes et diversement ramifiées, qui ont été remplies par la houille au moment de son dépôt, en même temps qu'elle en enveloppait des blocs plus ou moins volumineux, de manière à former une sorte de brèche à laquelle elle sert de ciment.

2° Sur l'âge des roches porphyriques du Morvan.

A l'occasion des recherches précédentes, faites avec M. l'abbé Landriot, je crois qu'il est à propos de dire quelques mots de l'âge des roches porphyriques du *Morvan*.

J'ai positivement reconnu dans cette contrée des porphyres de deux époques distinctes : les porphyres noirs et les porphyres rouges quartzifères. Les premiers, qui sont les plus anciens, varient considérablement, tant sous le rapport de la nature de la roche que sous celui de la couleur ; ils se composent ordinairement d'un pétrosilex coloré en noir par une substance que je crois être du mica extrêmement divisé, qui passe au porphyre par l'adjonction de cristaux de feldspath. Ils contiennent souvent des lames d'un mica talqueux noir verdâtre, et quelquefois du quartz qui s'y trouve disséminé plutôt en grains irréguliers ou en globules qu'en cristaux. Leur couleur est le noir, le violet, le blanc, le jaunâtre, le rougeâtre, le gris ou le vert plus ou moins foncé ; tantôt la roche est extrêmement compacte et dure, d'autres fois elle est terreuse, ou bien encore elle prend une texture granitoïde. Dans ce cas, la matière colorante noire s'isole de la pâte et se dispose en petits amas, en paillettes, ou forme un enduit mince sur les surfaces de clivage du feldspath. Quelquefois

elle renferme des galets de quartz et de différentes sortes de roches qui, dans une cassure fraîche, semblent à moitié fondus dans sa pâte, mais qui forment des saillies très apparentes sur les surfaces exposées depuis longtemps aux influences atmosphériques. Dans plusieurs localités, ses fissures sont remplies par des veinules de carbonate de chaux d'un blanc nacré. Plus rarement cette substance s'y trouve disséminée en parcelles très ténues qui la rendent effervescente dans les acides, ou bien elle se réunit en nodules qui la font passer à une roche amygdaloïde.

Ces roches sont le plus souvent massives, et ne présentent aucun indice de stratification; cependant, sur quelques points, on les voit passer à des schistes qui sont tantôt argileux et ressemblent alors à ceux des terrains de transition, tantôt, au contraire, ils sont complètement pétrosiliceux et compactes, de telle sorte que leur structure ne peut être soupçonnée que lorsque leurs surfaces ont été longtemps exposées à l'air. Dans ce cas, ces surfaces présentent des stries parallèles tantôt droites, tantôt contournées, ou bien des zones minces, alternativement blanches et noires, ou enfin des cristaux de feldspath, disposés en lignes parallèles. Ces traces schisteuses se dirigent à peu près du N. au S., absolument comme les grauwackes signalées sur les bords de la Loire, par MM. Manès et Rozet, et de plus elles sont sur leur prolongement.

Quant à la position que ces roches occupent les unes par rapport aux autres, je n'ai pu observer aucune régularité; toutes les variétés de couleur et de texture passent les unes aux autres pour ainsi dire à chaque instant; cependant, en les considérant dans leur ensemble, on voit qu'elles sont d'autant plus compactes et cristallines que l'on s'avance du S. au N. Ainsi, en partant de la Pierre-Écrite pour aller vers la Loire, on trouvera d'abord des roches granitoïdes qui, sous la latitude de Château-Chinon se transformeront en roches compactes, lesquelles, au pied du mont Beuvray, contiendront déjà des galets; puis, au S. de Luzy, les schistes avec grauwackes domineront jusqu'à la Loire.

Les porphyres noirs en masses puissantes et étendues composent la majeure partie des montagnes du Morvan et forment leurs sommets élevés de plus de 900 mètres au-dessus de la mer. Au fond des vallées ils passent souvent à la variété granitoïde, et sont associés à des masses de porphyres rouges qui y forment de nombreux et puissants filons. Du côté de l'O. ils disparaissent sous les terrains secondaires du Nivernais, mais du côté de l'E. ils s'appuient sur des granites dans lesquels je ne les ai jamais vus péné-

trer en filons. Les seules substances minérales disséminées que j'y aie rencontrées sont des cristaux d'amphibole et des pyrites de fer et de cuivre en parcelles très ténues.

Ainsi donc, nous voyons les porphyres noirs du Morvan souvent désignés par les noms de trapp, d'eurite, de diorite, etc., roches d'origine ignée et formant autant de termes de la série, passer insensiblement à des roches stratifiées classées dans les terrains de transition; d'un autre côté, nous ne les rencontrons jamais en filons dans le granite ni dans aucune autre roche, et nous ne voyons pas davantage les bouches d'éruption qui auraient pu vomir un si prodigieux amas de matières. En présence de ces faits, et en les rapprochant de ceux qui ont suggéré à M. Virlet d'Aoust la théorie des *roches d'imbibition* (1), n'est-il pas naturel de considérer les porphyres noirs du Morvan comme étant une modification des différentes roches qui constituent les terrains de transition des bords de la Loire, modification qui aurait été le résultat d'une action métamorphique exercée par une cause que l'on pourrait rapporter aux éruptions du porphyre rouge, quoique certains faits semblent démontrer que leur influence a été presque nulle. Ainsi se trouverait expliquée naturellement la présence, au milieu des porphyres de *Champ-Robert*, d'une couche assez puissante de marbre blanc qui, dans cette hypothèse, serait un lambeau de calcaire silurien ou carbonifère.

Les porphyres rouges diffèrent des précédents par le quartz qu'ils contiennent en abondance, par leur couleur plus claire et par leur gisement qui leur assigne une origine différente. Leur texture est tantôt granitoïde et tantôt compacte; leur couleur oscille entre le jaunâtre, le rouge de brique et le gris; le quartz y est presque toujours en globules ou en cristaux plus ou moins parfaits. Comme principes accidentels, ils renferment de la pinite et du mica brun-verdâtre à peu près semblable à celui des porphyres noirs. Ils sont dépourvus de sulfures métalliques et ne font pas effervescence dans les acides.

Au lieu de former des masses étendues, ils ne se montrent qu'en filons, culots ou coulées peu considérables formant de petites collines. L'épaisseur de ces filons est toujours assez grande, et ils s'étendent souvent fort loin; témoin celui de Lormes, que l'on peut suivre jusqu'auprès d'Avallon, après un trajet de plus de sept lieues. Leur texture et leur composition est sujette à varier

(1) *Bull. de la Soc.*, t. I, 2^e série, p. 845 et 849.

dans de certaines limites, suivant le point où on les observe, et dans leurs croisements je n'ai jamais pu constater de ces rejets, qui semblent indiquer plusieurs éruptions successives.

L'altération subie par les roches à travers lesquelles ils se sont fait jour m'a paru presque nulle, au moins dans les détails; à Chastellux, un filon de porphyre soudé à un granite à grains fins, n'a pas changé la couleur de celui-ci à plus de 1 centimètre de profondeur; à Lorines, le granite à gros grains paraît trituré jusqu'à une certaine distance du filon; mais cette trituration paraît plutôt être le fait du frottement ou des chocs répétés des parois de la fracture que celui du passage de la matière ignée; enfin, entre Saint-Prix et la Boutière, à 2 kilomètres de ce dernier hameau; sur la rive gauche de la rivière, on voit dans l'escarpement un magnifique filon qui traverse, sans les altérer, les porphyres noirs de la variété schistoïde. Dans cette localité on peut voir, à la manière dont les cristaux du porphyre sont disposés par rapport à la roche encaissante, qu'ils étaient formés et en suspension dans une pâte visqueuse, douée d'un mouvement d'ascension. Il est à remarquer, malgré ces faits, que si l'on considère dans son ensemble l'association des porphyres rouges avec les terrains de transition, on verra que ceux-ci sont d'autant plus dépouillés de leurs caractères primitifs, qu'ils sont plus rapprochés des régions où les porphyres rouges sont le plus développés.

Les porphyres rouges traversent indistinctement les deux formations de granite du Morvan, et les porphyres noirs, en formant un vaste système de filons orientés environ N. 20° E., qui s'étend sur une longueur de 25 lieues, depuis les environs de Bourbon-Lancy jusqu'auprès d'Avallon. On les observe surtout au fond des vallées où ils sont très puissants et d'où on les voit s'élancer en se ramifiant à travers les granites et les porphyres noirs sur lesquels ils s'épanchent quelquefois. Les sommets des plus hautes montagnes, comme le Beuvray, le Brulé, la Gravelle, en sont presque complètement dépourvus.

Les roches qui accompagnent le terrain houiller de la Vesvre et d'Esnot étant de celles qui appartiennent aux porphyres noirs, n'ont pu y être injectées puisqu'elles sont contemporaines des terrains de transition; ainsi donc, j'ai été conduit par un autre ordre de considération, à repousser l'hypothèse des éruptions de porphyre à l'époque du dépôt des terrains houillers du bassin d'Autun.

M. Michelin, président, prend la parole pour remercier, au nom de la Société géologique de France, les autorités de la ville d'Avallon, pour le bienveillant accueil qu'elles lui ont fait, et leur en témoigne toute sa reconnaissance.

Il déclare que la session extraordinaire de 1845 est close.

La Séance est levée à 9 heures et demie.



TABLEAU INDICATIF

DES DON S

REÇUS PAR

LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE,

depuis le 4 novembre 1844 jusqu'au 16 juin 1845.



DONATEURS.

Ouvrages, cartes, coupes, portraits, etc.

MM.

- AGASSIZ** (L.) . . . 1° *Essai sur la classification des poissons* (extrait de la 18^e et dernière livraison des *Recherches sur les poissons fossiles*), in-fol., xxxii pages. Neuchâtel, 1844.
- 2° *Essai sur la classification des poissons* (extrait de la 18^e et dernière livraison des *Recherches sur les poissons fossiles*), in-fol., pag. 165-172. Neuchâtel, 1844.
- 3° *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains* (extrait de l'introduction des *Recherches sur les poissons fossiles*), in-4°, pag. xxxiii-xlix. Neuchâtel, 1844.
- 4° *Monographie des poissons fossiles du vieux grès rouge*; texte et planches, 1^{re} et 2^e livraisons. Neuchâtel, 1844.
- 5° *Monographie d'Echinodermes vivants et fossiles*, 4 livraisons in-4°, texte et planches, avec l'*Anatomie du genre Echinus*, par Valentin, 9 planches in-fol. Neuchâtel, 1838, 1841, 1842.
- 6° *Études critiques sur les mollusques fossiles*, 3 livraisons in-4°, texte et planches. Neuchâtel, 1840-1842.
- 7° *Histoire naturelle des poissons d'eau douce de l'Europe centrale*, in-8°. t. 1^{er}, 326 pages, atlas de planches in-fol. Neuchâtel, 1842.
- 8° *Études sur les glaciers*, in-8°, 346 pages, atlas de planches in-fol. Neuchâtel, 1840.
- BALSAMO . CRI-**

VELLI *Storia*, etc. (Histoire du genre *Gordius*), in-4°, 24 pages, 1 planche. Milan, 1843.

- BARNÉOUD** (F. M.) *De l'origine des lacs*, etc. (thèse pour le doctorat ès sciences), in-4°, 42 pages, 2 planches. Paris, 1844.
- BEAUDOIN** (JULES) *Description géologique de l'arrondissement de Châtillon (Côte-d'Or)*, in-8°, 1^{re} partie, 121 pages. Châtillon-sur-Seine, 1844.
- BERGMANN** (JOSEPH) *Untersuchungen*, etc. (Recherches sur les Francs Valaisans dans le canton des Grisons et le Voralberg), in-8°, 108 pages, 1 carte. Vienne, 1844.
- BLANCHET** (ROD.) . 1° *Aperçu de l'histoire géologique des terrains tertiaires du canton de Vaud*, in-8°, 9 pages. Vevey, 1843.
2° *Essai sur l'histoire naturelle des environs de Vevey*, in-8°, 62 pages. Vevey, 1843.
- BONJEAN** (J.) . 1° *Analyse chimique des eaux minérales d'Aix, en Savoie*, in-8°, 288 pages, 2 tabl. Chambéry, 1838.
2° *Recherches chimiques, etc., sur les eaux de Challes, en Savoie*, in-8°, 15 pages. Chambéry, 1843.
- BOUBÉE** (NÉRÉE) . 1° *Manuel élémentaire de géologie appliquée à l'agriculture et à l'industrie*, 4^e édition, in-18, 396 pages, 1 planche. Paris, 1842.
2° *Tableau de l'état du globe à ses différents âges* (atlas, 1^{er} tableau), 4^e édition, 1 feuille colombier, gravée et coloriée. Paris, 1845.
3° *Tableau figuratif de la structure minérale du globe* (atlas, 2^e tableau), 1 feuille colombier, gravée et coloriée. Paris, 1839.
4° *Les chemins de fer et l'amendement des terres*, in-8°, 30 pages. Paris, 1844.
- BOUÉ** (LE D^r A.) . . . *Essai d'une carte géologique du globe terrestre*, 1 feuille grand aigle. Paris, 1845.
- BRONN** (H.-G.) . *Über Ichthyosauren*, etc. (Sur les Ichthyosaures des schistes liasiques des environs de Boll, en Wurtemberg), (extrait du *Jahr. f. min. geol.*, 1844), in-8°, pag. 385-408, 1 pl.
- BUCKLAND** (W.) . *Address*, etc. (Adresse au maire et aux membres du comité du puits artésien de Southampton, 27 juillet 1844), in-8°, 14 pages. Southampton, 1844.
- CARREL** (LE CHA-
NOINE GEORGES) . . . 1° *Notice sur quelques observations météorologiques faites à Aoste en 1845* (extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, mai 1844); in-8°, 12 pages, 1 tableau. Genève, 1844.
2° *Notice sur les observations météorologiques faites à Aoste en 1842* (extrait de la *Bibl. univ. de Genève*, février 1844), in-8°, 16 pages, 1 planche. Genève, 1844.
- CATULLO** (T.-A.) . 1° *Dei massi erratici*, etc. (Des blocs erratiques qui se voient sur les montagnes et dans les vallées adjacentes de l'État vénitien), in-8°, 11 pages. 1844.
2° *Trattato*, etc. (Traité de la constitution géognostico-physique des terrains d'alluvion ou post-diluviens des provinces vénitiennes), in-8°, 167 pages. Padoue, 1844.
3° *Sulle caverne*, etc. (Sur les cavernes des provinces vénitiennes), in-4°, 91 pages, 9 planches. Venise, 1844.

- CHEVALIER** (EU-
GÈNE). *Voyage autour du monde sur la corvette la Bonite, en 1836 et 1837* (M. Vaillant, capitaine); géologie et minéralogie, 1 vol. in-8°, 419 pages, 5 planches. Paris, 1844.
- CLAUSSEN** (LE CHE-
VALIER DE). *Essai d'une nomenclature et classification des roches, d'après leurs caractères chimiques, minéralogiques et géologiques*, in-8°, 35 pages. Bruxelles, 1845.
- COLLEGNO** (H. DE). *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, nouvelle édition, corrigée et augmentée. 1 feuille grand aigle. Paris, 1844.
- LE CONSEIL GÉNÉRAL
DU DÉPARTEMENT DU
GARD**. *Statistique du département du Gard*, par M. Hector Rivoire, 2 vol. in-4°, avec une carte du département du Gard. Nîmes, 1842.
- COTTA** (BERNHARD). *Geognostische Wanderungen*, etc. (Excursions géognostiques à Meissen, etc.), in-8°, 64 pages, 3 planches. Dresde et Leipsick, 1838.
- DANA** (JAMES D.). . 1° *A system of mineralogy*, etc. (Système de minéralogie comprenant les plus récentes découvertes), 2° édition, 653 pages avec figures intercalées dans le texte et 4 planches. New-York et Londres, 1844.
2° *Reply*, etc. (Réplique à la défense d'accusation de plagiat de M. Couthouy), (extrait du *Journal améric. des sciences et arts*, vol. XLVI, n° 1), in-8°, 8 pages. 1843.
- DARWIN** (CH.). . *Geological observations on the volcanic Islands*, etc. (Observations géologiques sur les îles volcaniques, et quelques courtes notes sur la géologie de l'Australie et du cap de Bonne-Espérance), in-8°, 169 pages, 1 planche. Londres, 1844.
- DELESSE** (ACHILLE). 1° *Note sur l'emploi des gaz d'un fourneau à cuivre de Reichelsdorf* (Hesse-Électorale) (extrait des *Annales des mines*, 4° série, t. IV), in-8°, pag. 541-552. Paris.
2° *Note sur le Dipyre* (extrait des *Annales des mines*, 4° série, t. IV), in-8°, pag. 609-616. Paris.
3° *Mémoire sur la préparation mécanique de la calamine dans la Haute-Silésie*, 2° partie (extrait des *Annales des mines*, t. VI, 1844). in-8°, pag. 213-270, 3 planches. Paris, 1844.
4° *Analyse de la grénovite* (extrait des *Annales des mines*, t. VI, 1844), in-8°, pag. 325-336. Paris, 1844.
- DESHAYES**. . . . *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, par J.-B.-P.-A. de Lamarck, 2° édition, revue et augmentée par MM. Deshayes et H. Milne Edwards, in-8°, t. IX, 728 pages. Paris, 1845; t. X, 638 pages. Paris, 1844.
- DESPINES** (LE CHE-
VALIER). 1° *Recherches sur les grêles auxquelles sont exposés les États de terre ferme de S. M. le roi de Sardaigne*, in-4°, 22 pages, 4 tableaux. Turin.
2° *Observations sur les grêles tombées en 1840*, etc., in-8°, 41 pages. Turin, 1844.
- DESPINE** FILS
(CONSTANT). . . . *Manuel topographique et médical de l'étranger aux eaux d'Aix, en Savoie*, in-8°, 306 pages, 2 planches, 1 tableau. Ann. ci, 1843.

- DOMENGET**. *Aperçu sur les eaux minérales de Challes, en Savoie*, in-8°, 39 pages. Chambéry, 1841.
- DUROCHER**. *Essai pour servir à la classification du terrain de transition des Pyrénées* (extrait du t. VI des *Annales des mines*, 1844), in-8°, 100 pages, 2 planches. Paris, 1844.
- FAVRE** (ALPHONSE). *Remarques sur les anthracites des Alpes* (extrait du t. VI des *Mémoires de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*), in-4°, 26 pages, 2 planches. Genève, 1844.
- FOURCY** (EUGÈNE DE)
- 1° *Carte géologique des Côtes-du-Nord* (vote du conseil général du département, session de 1836), 4 feuilles grand aigle, imprimerie lithographique de Kaëppelin. Paris, 1844.
 - 2° *Carte géologique des Côtes-du-Nord* (notice explicative), in-8°, 172 pages. Paris, 1844.
 - 3° *Carte géologique du département du Finistère* (vote du conseil général du département, session de 1835). 6 feuilles colombier. imprimerie lith. de Kaëppelin. Paris, 1844.
 - 4° *Carte géologique du Finistère* (notice explicative), in-8°, 196 pages. Paris, 1844.
- FOURNET** (J.).
- 1° *Sur l'état de surfusion du quartz dans les roches éruptives et dans les filons métallifères* (extrait des *Annales de la Soc. royale d'agric., hist. nat., sciences et arts utiles de Lyon*), in-8°, 16 pages. Lyon, 1843.
 - 2° *Observations sur la disposition de certaines cristallisations des géodes* (extrait des mêmes *Annales*), in-8°, 9 pages. Lyon, 1843.
 - 3° *Essai sur les filons métallifères du département de l'Aveyron* (extrait des mêmes *Annales*), in-8°, 83 pages, 4 planches. Lyon, 1843.
 - 4° *Du caractère d'association en minéralogie et en géologie* (extrait des mêmes *Annales*, 1844 ou 1845), in-8°, 57 pag.
 - 5° *Mémoire sur la vaporisation du plomb, de ses alliages et combinaisons* (extrait des *Ann. de chimie et de physique*, avril 1834) in-8°, 32 pages. Paris.
 - 6° *Sur la volzine ou oxy-sulfure de zinc, de Rosiers, près Pontgibaud (Puy-de-Dôme)*, in-8°, 16 pages. Clermont....
 - 7° *Modification de la théorie du traitement de la galène dans le fourneau à réverbère*, in-8°, 14 pages. Paris....
 - 8° *Notice sur la cristallisation des silicates vitreux, et sur la couleur bleue des laitiers*, in-8°, 12 pages.....
 - 9° *Rapport sur les travaux de la commission hydrométrique en 1844, présenté à M. le maire de Lyon*, in-8°, 16 pages, 2 tableaux. Lyon, 1845.
 - 10° *Note sur la température des eaux du Rhône et sur leur rafraîchissement souterrain* (extrait des *Annales de la Soc. roy. d'agric., etc., de Lyon*), in-8°, 12 pages. Lyon.....
 - 11° *Aperçu sur quelques phénomènes chimiques et de cristallisation produits dans les filons* (extrait des mêmes *Annales*), in-8°, 35 pages. Lyon, 1844.
 - 12° *Sur la rubéfaction et la rouille des minerais et des roches* (extrait des mêmes *Annales*), in-8°, 28 pages. Lyon, 1845.

- GERVAIS** (PAUL). *Remarques sur les oiseaux fossiles* (thèse de géologie), in-8°, 45 pages. Paris, 1844.
- GHIBELLINI** (F.). *Compendio*, etc. (Introduction à un abrégé de géographie ancienne et moderne), in-18, 16 pages. Brescia, 1844.
- GIULI** (GIUSEPPE). *Saggio statistico*, etc. (Essai statistique de minéralogie utile de la Toscane, à l'usage des ingénieurs, des propriétaires, des médecins, des artistes, des manufacturiers et des commerçants), in-8°, 177 pages. Bologne, 1843.
- GUIBAL**. 1° *Carte du département de la Meurthe, coloriée géologiquement*, pour la statistique de ce département de M. Henri Lepage, 1 feuill. colombier. Nancy, Pfeiffer, 1844.
- 2° *Mémoire sur le terrain jurassique de la Meurthe*, in-8°, 48 pages, 1 planche. Nancy, 1840.
- 3° *Mémoire sur les terrains du département de la Meurthe, inférieurs au calcaire jurassique*, in-8°, 34 pages. Nancy, 1842.
- 4° *Notice sur la géologie du département de la Meurthe* (extrait de la *Statistique du département de la Meurthe*, publiée par Henri Lepage), in-8°, 22 pages. Nancy, 1843.
- HÉRICART DE THURY** (LE VTE). *Lettre à M. le comte Rambuteau sur les chances de succès d'un puits artésien modèle à forer à Champgrenon, près Mâcon (Haute-Saône)* (extrait des *Annales de l'agriculture française*, décembre 1844), in-8°, 15 pages, 1 planche. Paris, 1844.
- HESSER** (LE DR J.-F.-C.). *Versuche über magnethetten*, etc. (Recherches sur la chaîne électrique et sur la propriété de ses anneaux, etc.), in-8°, 301 pages, 3 planches. Marbourg, 1844.
- JACKSON** (CHARLES T.). *Final report*, etc. (Dernier rapport sur la géologie et la minéralogie de l'État du New-Hampshire, publié par ordre de la législature de cet État), in-4°, 376 pages, 10 planches. Concord, N. H., 1844.
- JACQUEMONT** (PORPHYRE). . . . *Voyage dans l'Inde*, par Victor Jacquemont, pendant les années 1828 à 1832; texte et planches, 52^e à 54^e livraisons.
- JACQUEMOUD** (LE BARON J.). . . . *Description historique de l'abbaye royale d'Hautecombe*, in-8°, 145 pages. Chambéry, août 1843.
- JÉHAN** (L.-F.). . . . *Nouveau traité des sciences géologiques*, 2^e édition, in-12, 396 pages, 1 planche. Paris et Lyon, 1844.
- JOMARD** (LE BARON). *Notice sur la vie et les ouvrages de C. L. Berthollet*, in-8°, 91 pages. Annecy, 1844.
- KEILHAU** (B.-M.). *Gaea Norvegica* (Géologie de la Norvège), 2^e cahier, in-fol., pag. 149 à 340, 2 planches. Christiania, 1844.
- KLIPSTEIN** (LE DR A. DE). *Beitrag zur geologischen Kenntniss*, etc. (Mémoire pour servir à la description géologique des Alpes orientales), 1^{re} et 2^e livraisons. Giessen, 1843.
- KONINCK** (L. DE). *Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain houiller et dans le système supérieur du terrain anthracifère de la Belgique*, 2 vol. in-4° avec planche. Liège, 1842-1844.
- LAISSUS** (J.-A.). . . . *Manuel des baigneurs aux eaux thermales de Brides en Savoie*, in-8°, 83 pages. Lyon, 1835.

- LE BLANC** 1° *Mémoire sur le levé expéditif d'une position militaire* (extrait du *Mémorial de l'officier du génie*), in-8°, 24 pages, 2 planches. Paris, 1844.
 2° *Note sur le niveau à réflexion de M. Burel, modifié*, in-8°, 7 pages, 1 planche. 1844. — Ce niveau est fabriqué chez M. Gravet, successeur de Lenoir, rue Cassette, 14, à Paris.
- LEJONCOURT**
 (CHARLES) *Galerie des centenaires anciens et modernes*, 1 vol. in-8°, 250 pages. Paris, 1842.
- LEYMERIE** (A.) . . . *Exposition d'un plan pour la carte et la description géologique du département de la Haute-Garonne* (extrait des *Mém. de l'Acad. des sc. de Toulouse*, mars 1845), in-8°, 13 pages. Toulouse, 1845.
- LONGUEMAR**
 (LE TOUZÉ DE) . . . *Terrains crétacés inférieurs compris entre l'Yonne et l'Armanche, comparés à leurs équivalents géologiques de la rive gauche de l'Yonne* (extrait de l'*Annuaire du département de l'Yonne*, 1844), in-8°, 8 pages, 1 planche. Auxerre, 1845.
- LORTET** (P.) . . . 1° *Documents pour servir à la géographie physique du bassin du Rhône* (extrait des *Annales de la Soc. royale d'agriculture de Lyon*), in-8°, 44 pages, 5 planches, 1 tableau. Lyon, 1843.
 2° *Commission hydrométrique de Lyon*, janvier et février 1845, 2 tableaux. Lyon, 1845.
- LORTET ET BRAVAIS** *Rapport à M. le maire de Lyon sur les observations recueillies par la commission hydrométrique*, in-8°, 8 pages, 5 tableaux. Lyon, 1844.
- LYELL ET FARADAY** *Report, etc.* (Rapport sur une explosion qui a eu lieu dans les mines de Haswell, et sur les moyens de prévenir des accidents semblables), in-8°, 20 pages, 2 planches. Londres, 1844.
- MARTINS** (CH) . . . *Essai sur la météorologie et la géographie botanique de la France* (extrait de *Putria*, col. 177 à 288 et 413 à 492), in-12. Paris, 1844.
- MAUDUYT** *Herpétologie de la Vienne*, in-8°, 62 pages. Poitiers, 1844.
- MELLEVILLE** . . . *Mémoires sur les sables tertiaires inférieurs du bassin de Paris* (extrait des *Annales des sciences géologiques*, t. II), in-8°, 88 pages, 10 planches. Paris, 1843.
- MICHELIN** (HARDOUIN) 1° *Iconographie zoophytologique; Description par localités et terrains des polypiers fossiles de France et pays environnants*, texte et planches, livraison 13 à 16.
 2° *Description des polypiers fossiles du bassin parisien (groupe supracrétacé)* (extrait de l'*Iconographie zoophytologique*), in-4°, 31 pages, 4 planches. Paris, 1844.
 3° *Documents législatifs relatifs à l'acquisition, pour l'Ecole royale des mines, de la collection minéralogique de M. le marquis de Drée*, 4 brochures de 23 pages. Paris, 1845.
 4° *Table générale analytique et raisonnée des matières contenues dans les trente-six premières années du Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, par M. Ch. Darlin, in-4, 286 pages. Paris, 1838.

MINISTRE DE L'INTÉ-

RIEUR. *Les steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie méridionale*, par M. Xavier Hommaire de Hell, texte in-8°, livraisons 1 à 18; planches in-fol., livraisons 1 à 18. Paris, 1844.

MINISTRE DE LA JUSTICE. *Journal des savants*, 1844, juin à décembre; 1845, janvier

MINISTRE DE LA MAISON à mai.

DU ROI. *Galeriet historiques du palais de Versailles*, t. VI, 2^e partie,

MINISTRE DES TRAVAUX in-8°, 527 pages. Paris, 1844.

PUBLICS. 1^o *Statistique minéralogique, géologique, métallurgique et minéralurgique du département de l'Isère*, par Émile Gueymard, in-8°, 998 pages, 8 planches. Grenoble, 1844.

MURCHISON (R.-

I.). 1^o *Address*, etc. (Discours prononcé à la réunion anniversaire de la Société royale géologique de Londres le 27 mai 1844), in-8°, 92 pages. Londres, 1844.

2^o *Synopsis of the characters*, etc. (Résumé des caractères des fossiles du calcaire carbonifère d'Irlande, par Frédérick M'Coy, sous la direction de Robert Griffith), in-4°, 207 p., 2 planches. Dublin, 1844.

OMALIUS D'HAL-

LOY (D'). *Des races humaines ou éléments d'ethnographie*, in-8°, 208 p. Paris, 1845.

ORBIGNY (ALC. D'). *Paléontologie française. Terrains crétacés*, livraisons 79-98. *Terrains jurassiques*, livraisons 21-31.

ORBIGNY (CH. D'). *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, livraisons 49 à 62.

ORSI (LE CHEVALIER). *Documents historiques sur les eaux thermales du hameau des Bains, en Tarentaise*, in-8°, 67 pages, 1 planche. Moutiers, 1836.

OWEN *Report on the extinct mammals of the Australia*, etc. (Rapport sur les mammifères éteints de l'Australie, et sur la distribution géographique des mammifères du pliocène et du post-pliocène en général), in-8°, 21 pages, 6 planches. Londres, 1845.

PAILLETTE (ADR.). 1^o *Ensayos quimicos*, etc. (Essais chimiques de plusieurs combustibles des Asturies), in-8°, 10 pages, 2 tableaux. Oviédo, 1844.

2^o *Apuntes historicos*, etc. (Aperçus historiques sur les mines des Asturies), in-8°, 4 pages. Ferrones, 1844.

PEDRONI FILS (P. M.). *Mémoire sur les poissons fossiles du département de la Gironde*,

PERSIGNY (FIALIN in-8°, 25 pages, 2 planches. Bordeaux, 1845.

DE). *De la destination et de l'utilité permanente des pyramides d'Egypte et de Nubie contre les irrutions sablonneuses du désert*, in-8°, 256 pages, 6 planches. Paris, 1845.

PEZZA (CESARE). *Saggio*, etc. (Essai d'une nouvelle théorie de l'écorce terrestre), in-12, 136 pages. Turin, 1844.

PICTET. *Traité élémentaire de paléontologie, ou Histoire naturelle des animaux fossiles*, t. 1^{er}, in-8°, 368 pages, 18 planches. Paris, 1844.

- PILLA** (LÉOPOLD). . . 1^o *Sopra la produzione*, etc. (Sur la production des flammes dans les volcans, et sur les conséquences qu'on peut en tirer), in-4, 28 pages, 2 planches. Lucques, 1844.
- 2^o *Ricerche*, etc. (Recherches sur la vraie position géologique du terrain du macigno en Italie et dans le midi de l'Europe, suivies de quelques lettres sur le terrain crétacé des Alpes vénitiennes), in-8^o, 40 pages. Pise, 1845.
- PORRO** (CARLO). . . *Malacologia*, etc. (Malacologie terrestre et fluviatile de la province de Côme), in-8^o, 140 pages, 2 planches. Milan, 1838.
- PRÉVOST** (CONS-
TANT). *Un plan en relief de l'île Julia*.
- RAULIN** (VICTOR). 1^o *Géologie de la France*, 1^{er} cah. in-12 (extrait de *Patria*, pag. 290-411), 3 planches. Paris, octobre 1844.
- 2^o *Note sur un nouveau genre de gastéropode* (*Deshayesia*) du terrain tertiaire du bassin de Paris (extrait du *Magasin de zoologie*, etc., de M. Guérin-Méneville, 12^e livraison, 1844).
- RIVIÈRE** (A.). . . *Mémoire minéralogique et géologique sur les roches dioritiques de la France occidentale* (extrait du *Bull. de la Soc. géol. de France*), in-8^o, 46 pages. Paris, 1844.
- ROBERT** (LE D^r EU-
GÈNE). 1^o Une planche in-fol. représentant les fossiles de la rade de Bell-Sound (Spitzberg).
- 2^o Une planche in-fol. représentant la Paléontologie de la Nouvelle-Zemble et du nord de la Russie.
- 3^o *Extrait du Compte-rendu de la séance publique et annuelle de la Soc. royale et centr. d'agric.*, qui a décerné une médaille d'or à M. Eug. Robert, pour la découverte et l'application d'un procédé (phloioplastie) propre à arrêter les ravages d'un insecte qui fait périr les ormes, les pommiers, les frênes, etc., et à régénérer l'écorce des arbres souffrants (extrait du *Moniteur universel* du 21 mai 1845), in-8^o, 24 pages. Paris, 1845.
- ROGERS** (HENRI D.). 1^o *Description*, etc. (Description de la géologie de l'État de New-Jersey), in-8^o, 301 pages. Philadelphie, 1840.
- 2^o *Second, third, fourth, fifth, sixth annual report*, etc. (2^e, 3^e, 4^e, 5^e, 6^e rapport annuel sur la description géologique de l'État de Pensylvanie), 5 brochures in-8^o. Harrisbourg, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842.
- 3^o *Report of the progress*, etc. (Rapport sur les progrès de la description géologique de l'État de Virginie pendant l'année 1839), in-8^o, 161 pages. Richmond, 1840.
- 4^o *Contributions to the geology*, etc. (Recherches sur la géologie des États-Unis), in-8^o, pag. 298 à 544, 6 planches. Philadelphie, 1843.
- SCORTEGAGNA**. *Sulla formazione geologica*, etc. (Sur la formation géologique de la colline dite la Favorita, près Longino), in-8^o, 23 pag., 2 planches. Vérone, 1836.
- SIMMS** (F.-W.). . . *Practical tunnelling*, etc. (Traité pratique de la construction des tunnels), in-4^o, 174 pages, 12 planches et figures dans le texte. Londres, 1844.

- SOCQUET** (J.-M.). *Essai sur les eaux minérales de la Perrière, près Moutiers, en Savoie*, in-8°, 315 pages, 1 planche. Paris, etc., 1824.
- STIEHLER** (A.-W.). *Ueber die Bildung der Steinkohle*, etc. (Sur la formation de la houille, d'après Lindley et Hutton, etc.), in-8°, 69 pages. Brunswick, 1843.
- STRAUVE** (O.). . . . *Détermination des positions géographiques de Novgorod, Moscou, Riazan, Lipetsk, Voronège et Toulà* (extrait du *Bull. de la classe physico-mathématique de l'Acad. impér. des sciences de St-Petersbourg*, t. II), in-4°, 18 pages. St-Petersbourg, 1843.
- STRUVE** (W.). . . . *Resultate*, etc. (Résultats des mesures astronomiques et trigonométriques prises, de 1816 à 1819, en Livonie) (extrait des *Mém. de l'Acad. impériale des sciences de St-Petersbourg; sc. math.*), in-4°, 86 pages, 2 planches. St-Petersbourg, 1844.
- STUDER** (B.). . . . 1° *Hauteurs barométriques prises dans le Piémont, le Valais et en Savoie*, in-4°, 4 pages; sans indication d'année.
2° *Aperçu de la structure géologique des Alpes* (extrait des *Nouvelles excursions de M. Desor*), 2^e édition, in-8°, 34 p., 1 planche. Neuchâtel, 1845.
- TCHIHATCHEFF**
(PIERRE DE). . . . *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples*, in-8°, 285 pages, 1 carte, 1 planche. Berlin, 1842.
- TEISSIER ROLAND** (JULES). . *De Nîmes et de ses eaux*, in-8°, III^e partie, pag. 431 à 812, et XL p., 1 planche. Nîmes, 1844.
- THIRRIA**. *Compte-rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant l'année 1844*, in-4°, 195 pages. Paris, 1845.
- VILLA** (A. ET F.-B.). *Sulla costituzione*, etc. (Sur la constitution géologique et géognostique de la Brianza, et notamment sur le terrain crétacé), in-8°, 46 pages, 1 carte et 2 planches. Milan, 1844.
- WEGMANN** (DE)
ET CH. D'ORBI-
GNY. *Dictionnaire d'histoire naturelle*, in-8°, t. I^{er}, 1^{re} partie. Paris, 1844.
- WINTER** (DE). . . . *Disputatio geologica inauguralis de metamorphicorum saxorum origine, sive brevis conspectus hypogenærum formationum; pars prior*, (thèse pour le doctorat, soutenue le 10 mai 1844, à Leyde), in-8°, 62 pages. Leyde, 1844.
- WOLSKI** (A.-N.). . *Mémoire sur le gisement du bassin anthracifère dans le département de Maine-et-Loire, et sur ses relations géologiques avec divers terrains qui l'avoisinent et qui le recouvrent* (extrait du 2^e volume du *Compte-rendu de la onzième session du Congrès scientifique de France*), in-8°, 44 pages, 2 planches. Angers, 1844.
- LIGNO** (ACHILLE DE). *Introduzione allo studio della geologia, parte prima*, in-4°, 121 pages. Padova, 1845.

O U V R A G E S

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ EN ÉCHANGE

DE SES PUBLICATIONS.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin pour 1842).

Abhandlungen, etc. (Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Gœrlitz).

3^e vol., 1^{er} et 2^e cahiers, 1840-1842, 4^e vol., 1^{er} vol. 1844.

Actes de la Société helvétique des sciences naturelles, 28^e session, juillet 1843.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. Tome XII, 3^e livraison, 25 février 1843.

The American Journal, etc. (Journal américain des sciences et des arts, dirigé par MM. Silliman), vol. XLV, n^o 2, juillet à septembre 1843; vol. XLVI, n^{os} 1 et 2, octobre 1843 à mars 1844; vol. XLVII, n^{os} 1 et 2, juillet et octobre 1844; vol. XLVIII, n^o 1, janvier 1845.

Annales des mines, 1843, 6^e livraison; 1844, livraisons 1 à 6.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, n^{os} de juillet 1843 à décembre 1844; 1845, janvier et février.

Annales de la Société d'agriculture, etc., du Puy, 1841—1842.

Arsberättelse, etc. (Compte-rendu annuel des travaux et découvertes botaniques de l'année 1838, par M. Joh.-Em. Wikstroem, publié le 31 mars 1839), in-8^o, 644 pages. Stockholm, 1842.

Arsberättelse, etc. (Compte-rendu annuel des progrès de la chimie et de la minéralogie, par M. J. Berzélius, publié le 31 mars 1844), in-8^o, 552 pages. Stockholm, 1844.

Arsberättelse, etc. (Compte-rendu annuel des progrès de la zoologie de 1840 à 1842, 3^e partie, crustacés et vers de Linné, par M. S. Lovén), in-8^o, 392 p. Stockholm, 1844.

The Athenæum, n^{os} 869 à 920.

Auszug aus der Uebersicht, etc. (Revue des travaux et des développements de la Société d'agriculture de Silésie pendant l'année 1843, par le prof. Goepfert), in 4^o, 86 pages.

Bericht, etc. (Analyse des Mémoires présentés à l'Académie des sciences de Berlin) de juillet 1843 à juin 1844.

Boletín enciclopédico, etc. (Bulletin encyclopédique de la Société des amis du pays), 1844, septembre; 1845, janvier à mars.

Boletín oficial de minas de Espana (Bulletin officiel des mines d'Espagne), 1844, n^{os} 1 à 23.

- Boston Journal*, etc. (Journal d'histoire naturelle de Boston), vol. IV, nos 3 et 4, 1843—1844.
- Bulletin de l'Académie des sciences et belles-lettres de Bruxelles*, tome XI, nos 4 à 8, avril—août 1844.
- Bulletin de la Société de géographie*, nos d'avril à décembre 1844 ; 1845, janvier à mai.
- Bulletin de la Société industrielle d'Angers*, nos 4 à 6, 15^e année.
- Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, nos 87—89.
- Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, 1843—1844.
- Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1844, 1^{er} semestre, t. XVIII, nos 25, 26, et table du 1^{er} semestre; 1844, 2^e semestre, t. XIX, nos 1 à 27; 1845, 1^{er} semestre, t. XX, nos 1 à 23.
- Correspondenzblatt*, etc. (Bulletin de la correspondance de la Société royale d'agriculture de Wurtemberg), année 1844, 1^{er}, 2^e et 3^e cahiers; 2^e vol., 1^{er} cahier.
- Det kongelige danske videnskabernes selsbaks afhandlingar*, etc. (Mémoires d'histoire naturelle et de mathématiques de la Société royale des sciences de Danemark), t. X, 1843.
- L'Echo du monde savant*, 11^e année, 1844, 1^{er} semestre, nos 48 à 51; 2^e semestre, nos 1 à 51; 1845, 1^{er} semestre, nos 1 à 44.
- Extrait du programme de la Société hollandaise des sciences à Harlem pour l'année 1844*.
- L'Institut*, 1844, nos 547—598.
- Journal d'agriculture pratique et d'économie rurale pour le Midi de la France*, 2^e série, t. VI, 1843, pag. 353 à 384.
- Journal of the Bombay branch royal asiatic Society*, n^o 5, avril 1843; n^o 6, octobre 1843.
- Kongl. Vetenskaps-Academiens*, etc. (Mémoires de l'Académie royale de Stockholm, pour l'année 1842), in-8^o, 376 pages, 5 planches. Stockholm, 1843.
- Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers*, publiés par l'Académie royale de Bruxelles, t. XVI, 1845, 407 pages, 18 planches. Bruxelles, 1844.
- Mémoires de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers*, 5^e vol., 3^e livraison. 1844.
- Mémoires de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube*, 1843—1844, nos 87—90.
- Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome X, 2^e partie. 1844.
- Mémoires de la Société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille*, année 1842.
- Mémoires de l'Académie royale de Metz*, XXV^e année, 1843—1844.
- Mémorial encyclopédique*, 1844, mai, juin, juillet; 1845, avril.
- Memorie della reale Accademia*, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Turin). 2^e série, t. V, 1843; t. VI, 1844.
- The Mining Journal*, nos 461—512.
- Neue Zeitschrift*, etc. (Nouveau Journal du Ferdinandeum pour le Tyrol et le Vorarlberg), 2^e fascic., 1844.
- Novorum actorum*, etc. (Premier supplément du XI^e vol. des Nouveaux Actes de l'Académie des curieux de la nature), in-4^o, 512 pages, 13 planches. Breslau et Bonn, 1843. — T. XX, parties 1 et 2, 1843—1844.

- Oversigt*, etc. (Bulletin des séances de l'Académie royale des sciences de Stockholm pour l'année 1844), in-8°, nos 1 à 7, 166 pages.
- Oversigt*, etc. (Bulletin des travaux de la Société royale des sciences de Danemark en 1843), in-8°, 128 pages. Copenhague, 1844.
- Philosophical Transactions*, etc. (Transactions philosophiques de la Société royale de Londres pour l'année 1844), 1841, 1^{re} et 2^e parties; 1842, 1^{re} partie; 1844, 2^e partie.
- Précis analytique des travaux de l'Académie royale des sciences, etc., de Rouen pendant l'année 1844.*
- Transactions of the geological Society of London*, vol. IV. 1843, part. I, nos 94 à 96, et part. II, n° 97.
- Proceedings*, etc. (Procès-verbaux de la Société d'histoire naturelle de Boston), du 6 janvier 1841 au 17 avril 1844, in-8°, 176 pages.
- Proceedings*, etc. (Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg), 1835—1836, n° 7; 1836, n° 9; 1836—1837, n° 10; 1837, n° 11; 1837—1838, n° 12; 1841—1842, nos 19 et 20; 1844, nos 23 et 24; 1845, n° 6.
- Programmes des prix proposés pour 1845 par la Société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille*, 8 pages in-4°.
- Recueil des actes de la séance publique de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg*, tenue le 29 décembre 1843, in-4°, 72 pages. Saint-Petersbourg, 1844.
- Report of the tenth, eleventh, twelfth, thirteenth meetings*, etc. (Relation des 10^e, 11^e, 12^e et 13^e assemblées de l'Association britannique pour l'avancement de la science, tenues à Glasgow, en août 1840; à Plymouth, en juillet 1841; à Manchester, en juin 1842; et à Cork, en août 1842), 4 vol. in-8°. Londres, 1841, 1842, 1843, 1844.
- Royal Society of London. List*, 30 novembre 1841. — *Catalogue of the library*, in-8°, 265 pages. Londres, 1841.
- Séance générale, etc., de la Société royale d'agriculture de Paris*, le 16 juin 1844. Paris, 1844.
- Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers; Travaux du comice horticole de Maine-et-Loire*, 3^e vol., n° 20. 1844.
- Société géologique de France (plusieurs membres de la). Recherches sur les poissons fossiles*, par M. Agassiz, 5 vol. in-4°, avec 5 cahiers de planches in-fol.
- Studien des gottingischen Bereins*, etc. (Travaux de la Société des amis des mines de Gottingue), 1844, in-8°, pag. 105 à 220.
- Tal*, etc. (Discours prononcé par M. Hans Jærta, président de l'Académie royale des sciences de Stockholm, le 31 août 1839, pour le centième anniversaire de la fondation de l'Académie), in-8°, 40 pages. Stockholm, 1843.
- Tal*, etc. (Discours prononcé par M. C. G. Von Brinkman, président de l'Académie des sciences de Stockholm, le 31 mars 1843), in-8°, 12 pages. Stockholm, 1843.
- Thirty-first annual report*, etc. (Trente-unième rapport annuel de la Société royale géologique de Cornouailles, avec le discours du Président et les communications et notes lues à la Société), in-8°, 218 pages, 2 planches. Penzance, 1844.
- Transactions of the Cambridge philosophical Society*, vol. VIII, part. III, 1844.
- Transactions of the royal geological Society of Cornwall*, t. V, 1843.

Transactions, etc. (Transactions de la Société royale d'Édimbourg), t. XV, 1844. — Vol. XV, part. II, 1841—1842.

Transactions of the royal Irish Academy, vol XX, in-4^e, 521 pages. Dublin, 1845.

Twenty-ninth and thirtieth, etc. (29^e et 30^e Rapports annuels de la réunion de la Société géologique du Cornouailles), 1842—1843.

DONATEURS.

ROCHES

ET CORPS ORGANISÉS FOSSILES.

MM.

NOMBRE
D'ÉCHANTILLONS.

CORNUEL.	Deux échantillons de <i>fossiles des environs de Wassy</i> (Haute-Marne).	2
GASTALDI.	Fragment de la tige d'une <i>Pentacrinite</i> de la colline de Turin.	1
	Deux échantillons de <i>Spirulites</i> , et pièces détachées de la coquille d'un <i>Oscabrion</i>	2
STOBIECKI.	Trois échantillons de roches des <i>marnes jurassiques</i> de <i>Propriac</i> (Drôme).	3
Total.		8

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE DEUXIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1844 à 1845.

A

Afrique septentrionale. Sur une dépression probable dans cette partie de la terre, p. 349 et 416.

AGASSIZ. Sur des roches striées de la Suisse, p. 273. — des Vosges, p. 594.

Agent. Choix d'un nouvel agent, p. 11, 97.

Ain. Sur la molasse de Charrix, p. 54.

Allemagne N.-O. Notes diverses, p. 638.

Allier. Manganèse à Saligny, p. 391.

Alpes. Remarques sur les anthracites, p. 616. — Terrain erratique sur leur revers méridional, p. 284.

Alpes lombardes. Note sur le calcaire rouge, p. 60 et 365. Trigonie du muschelkalk à Bergame, p. 348. — Caractères des couches jurassiques supérieures, p. 359.

Alpes vénitiennes. Présence des *Criocerat*, p. 356 et 376. — Sur leurs cavernes, p. 599.

ANGELOT. Sur la dépression de certaines parties de l'Afrique septentrionale, notamment de l'oasis d'Ammon, p. 416.

ARCHIAC (D'). Analyse de ses Études sur la formation crétacée des versants N. et N.-O. du plateau central de la France (bassin de Paris), p. 142. — Coupe du mont Pagnotte à Tattigny (Oise), p. 334, une planche. — Fossiles

paléozoïques des Asturies, classification des *Orthis* et des *Leptæna*, p. 480. — Sur la distribution géographique des Mollusques et leurs analogues vivants, p. 482. — Discussions diverses, p. 34, 86, 107, 134, 198.

Ardèche. Terrain nummulitique, p. 26. — Lignite de Saint-Just, p. 568.

Argent natif du lac Supérieur, p. 317.

Arkoses. Examen de celles des environs d'Avallon et sur leur formation, p. 671, 695, 725, 738. — Note sur l'arkose coquillière d'Avallon, p. 700.

Ascension (île de l'). Note sur sa géologie, p. 609.

Association en minéralogie et en géologie, p. 582.

Aude. Sur le terrain à Nummulites (épi-crétacé), p. 11, 270. — Opinion de M. Deshayes sur certains fossiles de ce terrain, p. 33.

Autriche. Blocs erratiques près de Vienne, p. 266.

Aveyron. Filons métallifères, p. 587.

AVOUT (D'). Age du terrain de transition de Bourbon-Lancy et de la montagne de Ghizeuil (Saône-et-Loire), p. 741 et 745.

AYMARD. Note sur des ossements humains dans un bloc du volcan de Denise (Haute-Loire), p. 107.

B

- BAILLY.** Marne à infusoires de Charlestown (Etats-Unis), p. 648.
- Baléares** (îles). Coupe de l'île de Majorque, p. 154.
- Basaltes** de Gergovia (Auvergne) et âge des calcaires qui y paraissent intercalés, p. 97.
- BEAUMONT** (Elie DE). Remarques sur quelques parties du terrain crétacé du bassin de Paris, p. 153. — Sur les roches polies et striées, p. 278. — Fragments de grès dans des basaltes, p. 317. — Fusion des glaces par la sortie de roches ignées au Cotopaxi, p. 406. — L'axe du globe n'a pas été déplacé, p. 573. — Discussions diverses, p. 248, 266, 324, 348, 366, 401, 485, 568.
- BECCUREL.** Sur les déplacements moléculaires dans les roches, p. 222.
- Belgique.** Position du grès de Luxembourg, p. 91. — Température d'un puits artésien près de Luxembourg, p. 653.
- BERNARD.** Sur un calcaire du terrain jurassique, appelé *molasse* dans l'Ain, p. 54.
- BEYRICH.** Sur les terrains secondaires de la Silésie, p. 639.
- Bibliographie**, p. 5, 50, 95, 116, 135, 141, 197, 256, 269, 304, 325, 358, 375, 393, 407, 489, 493, 638.
- BLANCHET.** Terrains tertiaires du canton de Vaud, p. 593.
- BONTEMPS.** Observation, p. 124.
- BOUBÉE.** Grapholites dans les Pyrénées, p. 401.
- Bouches-du-Rhône.** Grenouille et Lépidoptère fossiles à Aix, p. 383.
- BOUÉ.** Sur les causes qui peuvent produire des effets semblables à ceux des glaciers, p. 110. — Sur des courants d'eau de mer dans les îles Ioniennes, p. 114. — Réclamation, p. 115.
- BOURJOR.** Observations diverses, p. 26, 722, 737.
- Brachiopodes** divers des Asturies, p. 463. — Classification des Orthids et des Leptæna, p. 480.
- BRAUN.** Plantes fossiles d'Enningen (Suisse), p. 640.
- Brésil.** Nouvelles mines de diamant, p. 654.
- Bretagne.** Ses traits géologiques, p. 518.
- BUCH** (DE). *Trigonia Whatelyæ* du muschelkalk de Bergame, p. 348, une planche. — Caractères des couches jurassiques supérieures du midi de l'Europe, p. 359. — Du granite et du gneiss sous le rapport des formes extérieures, p. 617.
- Budget** pour 1845, p. 258.

C

- Calcaires saccharoïdes** de la Toscane, p. 165.
- Cap Vert** (îles du). Sur Saint Yago, p. 606.
- Caspienne** (mer). Sa connexion ancienne avec la mer Noire, p. 643.
- CATULLO.** Sur les cavernes des provinces vénitiennes, p. 599.
- Cavernes** dans les provinces vénitiennes, p. 599. — Grotte d'Arcy (Yonne), p. 693, 698 et 718.
- CHARPENTIER** (DE). Phénomènes erratiques des Pyrénées, p. 405.
- Cher.** Sur la constitution géologique du Sancerrois, p. 84.
- Chronologie** des terrains et synchronisme des formations, p. 366.
- CLÉMENT MULLET.** Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1844, p. 262.
- COLLEGNO** (DE). Note sur les terrains tertiaires de la Toscane, p. 58. — Note sur le calcaire rouge des Alpes lombardes, p. 60 et 365. — Terrain erratique du revers méridional des Alpes, p. 284. — Marmite de géants dans le Tarn, p. 323. — Roches striées à Genève, p. 398. — Discussions diverses, p. 303, 383, 404, 415.
- COLLOMB** (Ed.). Effets des avalanches et structure des couches de neige dans les Vosges, p. 394. — Sur les traces du phénomène erratique (glaciers) dans les Vosges, une planche, p. 506.
- Comptes du trésorier**, p. 11, 359, 489. — Rapport sur les comptes, p. 262.
- COQUAND.** Sur les terrains stratifiés de la Toscane et de l'île d'Elbe, p. 155. Introduction, p. 155. Schistes cristallins, 157. Calcaires saccha-

- voïdes, 165 Formation jurassique, 179. Formation crétacée, 192, une planche. — Sur les terrains tertiaires de la Toscane, p. 377. — Grenouille et Lépidoptère fossiles à Aix, en Provence, p. 383.
- CORNUÉL. Entomostracés dans le terrain néocomien de la Haute-Marne, p. 52. — Analyse de son Mémoire, p. 105.
- Corse. — Serpentine, terrain silurien, p. 364.
- Côtes-du-Nord. Constitution géologique de ce département, p. 125.
- Côte-d'Or. Observations sur diverses parties, p. 86. — Excursion de la Société à Semur, p. 720.
- COTTEAU. Position du terrain aptien de l'Yonne, p. 89. — Coupe théorique des terrains des environs d'Avallon. Observation, p. 670.
- Courants d'eau de mer se précipitant dans l'intérieur de quelques unes des îles Ioniennes, p. 114.
- Crinoïdes des Asturies, p. 479.
- Criocerat dans les Alpes vénitiennes, p. 356, 376 et 574.
- Cuivre natif du lac Supérieur, p. 317.
- Cuivre pyriteux en filon dans le terrain jurassique de la Drôme, p. 40.
- Cycadées fossiles. Résumé d'un Mémoire sur ces végétaux, p. 55.

D

- DANGER. Sur une géode de glace et la congélation de l'eau, p. 327.
- DARWIN. Observations géologiques sur les îles volcaniques de Saint-Yago (Cap-Vert), Maurice, Saint-Paul, l'Ascension, Sainte-Hélène et l'archipel des Galapagos, p. 606.
- Dauphiné. Nouvelles observations sur les gîtes de spilite, p. 35.
- DEANE. Ornithichnites du Connecticut, p. 267.
- DELANOUE. Minerais de manganèse d'Excideuil (Dordogne), p. 388. — Discussions, p. 391, 487.
- Delta de l'Aar dans le lac de Brienz, p. 118.
- Déplacements moléculaires dans les roches, postérieurs à leur dépôt, p. 198, 222 et 487.
- DESCHAMPS. Note sur l'arkose coquillière des environs d'Avallon, p. 700.
- DESHAYES. Opinion sur certains fossiles du terrain à Nummulites des Pyrénées, p. 33. — Discussions diverses, p. 35, 105, 374, 574.
- DESPLACES DE CHARMASSE. Sur la non-association de la houille avec les porphyres dans le bassin d'Autun, p. 747. — Sur l'âge des roches porphyriques du Morvan (Saône-et-Loire), p. 750. — Discussions diverses, p. 747.
- Diamant. Nouvelles mines au Brésil, p. 654.
- Dordogne. Minerais de manganèse d'Excideuil, p. 389.
- Drôme. Filon de cuivre pyriteux dans le terrain jurassique, p. 40.
- DUCHASSAING. Sur la formation des récifs madréporiques à la Guadeloupe, p. 663.

E

- Egypte. Destination des pyramides, p. 364. — Dépression de l'oasis de Syouah et de différents lacs, p. 416.
- EHRENBERG. Influence des Infusoires sur la formation des cendres volcaniques, p. 646.
- EICHWALD. Connexion ancienne des mers Noire et Caspienne, p. 643.
- Elbe (île d'). Sur ses terrains stratifiés, p. 155.
- Elections. Commissions, bureau et conseil, p. 139. — Bureau de la réunion extraordinaire à Avallon, p. 660.
- Soc. géol. Tome II, 2^e série.
- Entomostracés dans le terrain néocomien de la Haute-Marne, p. 52 et 105.
- Equateur (Rep. de l'). Exploration du cratère du Rucu-Pichincha, p. 511.
- ERMAN. Indication des roches de la Russie asiatique, p. 635. — Stries diluviennes en Finlande, p. 636.
- Espagne. Sur quelques unes des roches qui constituent les Asturies et sur les fossiles du terrain paléozoïque, p. 439. — Sur la géognosie de la Catalogne et d'une partie de l'Aragon,

p. 624. — Formations tertiaires du centre de l'Espagne, p. 631.
ESQUERRA DEL BAYO. Sur les formations tertiaires du centre de l'Espagne et les anciennes digues du bassin du Douro, p. 631.
Etats romains. Constitution géologique

du versant de l'Adriatique, p. 408.
Etats-Unis. Cuivre et argent natifs du lac Supérieur, p. 317. — Marmites de géants dans le New-Hampshire, p. 319. — Reptile fossile de l'Alabama, p. 649.

F

Faune fossile du terrain paléozoïque de la Russie, p. 569. — Des terrains jurassiques supérieurs et moyens de la Haute-Marne, p. 709.
FAUVERGE. Lignite de Saint-Just (Ardèche), p. 568.
FAVRE. Sur les anthracites des Alpes, p. 616. — Considérations géologiques sur le mont Salève, p. 638.
Feldspaths. Leurs caractères et leur degré d'importance dans la nature, p. 60.
Fer titané dans les alluvions de la Loire à Orléans, p. 282.
Filons métallifères de l'Aveyron, p. 587.
Finistère. Sur le terrain silurien, notamment celui de Brest, p. 517.
Finlande. Roches striées, p. 636.
FOURNET. Sur les roches éruptives des

environs de Lyon, 495. — Etat de surfusion du quartz dans les roches éruptives et les filons métallifères, p. 579. — Du caractère d'association en minéralogie et en géologie, p. 582. — Sur les filons métallifères de l'Aveyron, p. 587.
FOURCY (DE). Constitution géologique du département des Côtes-du-Nord, p. 125. — Terrains ignés, *id.* — Terrain de transition, p. 130. — Terrain tertiaire, p. 133.
FRAPOLLI. Sur la disposition du terrain silurien dans le Finistère, et notamment à Brest, deux planches, p. 517. Géogénie et distribution des terrains, p. 518. — Moyens de les étudier, p. 524. — Terrain silurien, p. 528. — Résumé général, dislocations, p. 549.

G

GAL. Sur les stries et les moraines des glaciers de la vallée d'Aoste en Piémont, p. 728.
Galapagos (Archipel des). Note sur sa géologie, p. 613.
Gard. Roches striées à Beaucaire, p. 306.
GASTALDI. Pentacrinites dans le terrain de la colline de Turin, p. 53 et 198.
Géographie ancienne des contrées qui environnent la Méditerranée, p. 349.
GERVAIS (Paul) présente sa thèse sur les oiseaux fossiles, p. 9. — Observation, p. 110.
GIRARD. Sur les terrains des environs de Magdebourg, p. 638.
GIROUX. Observations sur diverses parties de la Côte-d'Or, p. 86.
GIZEK. Blocs erratiques près de Vienne, p. 266.
Glace. Sur sa formation, p. 327.
Glaciers. Leurs mouvements dans le Tyrol, p. 81. — En Savoie, p. 83. — Nouvelles observations sur celui

du Faulhorn en Suisse, p. 223. — Leurs traces dans les Vosges, p. 249, 506. — Causes de leur ancienne existence dans des contrées où il ne peut plus en exister. — Causes qui peuvent produire des effets semblables à ceux des glaciers, p. 110 et 324. — Dans les Vosges, p. 394.
GOEPPERT. Résumé d'un Mémoire sur les Cycadées fossiles, p. 55. — Résumé d'un Mémoire sur les plantes fossiles en général, p. 362. — Lignite de l'Agger, p. 650.
Granite et gneiss. Sous le rapport des formes extérieures, p. 617.
Graptolites dans les Pyrénées, p. 401.
GRAS. Nouvelles observations sur les gîtes de spilite du Dauphiné, p. 35.
Greensand (lower) de l'île de Wight, p. 41.
Guadeloupe. Sur la formation des récifs madréporiques, p. 663.
GUIBERLET. Sur les phonolites du Rhon-gebirge, p. 638.

H

- HAID DE FEUD.** Mouvements de glaciers dans le Tyrol septentrional, p. 81.
HAIDINGER. Sur la Piauzite, p. 654.
HÉBERT. Sur la formation des arkoses, p. 758. — Discussions diverses, p. 675 et 727.
Hélène (Ile de Sainte-). Note sur sa géologie, p. 609.
HOFFMANN. Sur les environs du lac Balkal, en Sibérie, p. 644.
HOGARD. Traces d'anciens glaciers dans les Vosges, p. 249, une planche.
HOMBRES-FIRMAS (D'). Sur les mines de mercure de Ripa en Toscane, p. 267.
Homme fossile dans une roche volcanique de Denise (Haute-Loire), p. 107.
HUMBOLDT (DE). Note sur son ouvrage intitulé *Kosmos*, p. 652.

I

- Inde.* Tortue fossile, p. 649.
Infusoires fossiles. De la craie, p. 648.
 D'une marne de Charlestown, *id.* — Leur influence dans la formation des cendres volcaniques, p. 646.
Insectes fossiles. Lépidoptère à Aix, (Bouches-du-Rhône), p. 384.
Ioniennes (îles). Courants d'eau de mer qui se précipitent dans l'intérieur de quelques unes, p. 114.

J

- JACKSON.** Argent natif du lac Supérieur, p. 317. — Marmites de géants dans le New-Hampshire, p. 319.

K

- KEILHAU.** Note sur la géognosie de la Norvège, p. 636.
KOCH. Reptile fossile de l'Alabama, p. 649.

L

- LAVINI (SPADA).** Sur la constitution de l'Italie centrale, une planche, p. 408. Terrains tertiaires, p. 409. Terrains crétacés, p. 412. Terrains jurassiques, p. 413.
LE BLANC. — Discussions diverses, p. 84, 122, 270, 280, 377, 511.
LECONTE. Observation, p. 280.
LEYMERIE. Terrain à Nummulites (épicrotécé) des Corbières et de la Montagne Noire (Aude), p. 11. — Lettre sur le terrain à Nummulites des Corbières, p. 270. — Observations sur une note de M. Fitton sur le lower greensand de l'île de Wight et sur le terrain néocomien en général, p. 41. — Sur les arkoses, p. 677, 696, 703, 725, 740. — Discussions diverses, p. 34, 47, 670, 696, 722.
Loire (Haute-). Ossements humains au volcan de Denise, p. 107. — Manganeuse à Brioude, p. 390.
Loiret. Fer titané dans les alluvions de la Loire à Orléans, p. 282.
LONGUEMAR (DE). Sur le terrain crétacé entre l'Yonne et l'Armanche, p. 345.

M

- MAESTRE.** Géognosie de la Catalogne et d'une partie de l'Aragon, p. 624.
MALINOWSKY. Observations diverses, p. 723.

- Manganèse*. Minerais d'Excideuil, p. 389. — De l'Allier, p. 391.
- Marmites de géants* dans le New-Hampshire, p. 319. — En Savoie, p. 321. — Dans le Tarn, p. 323.
- Marne (Haute-)*. Entomostracés dans le terrain néocomien, p. 52. — Sur les terrains jurassiques supérieurs et moyens, p. 705. — Comparaison de ces terrains avec ceux de l'Yonne, p. 714.
- MARTINS**. Mouvements de glaciers en Savoie, p. 83. — Sur le delta de l'Aar dans le lac de Brienz, p. 118. — Nouvelles observations sur le glacier du Faulhorn, p. 223, une planche. Accroissement, p. 225. Ablation, 227. Courbes noires, p. 236. Stratification, 241. Structure rubanée, 243. — Roches striées par des glaciers, 280. — Transport par les glaces flottantes, p. 303. — Marmite de géants en Savoie, p. 321. — Discussions diverses, p. 248, 305, 325.
- Maurice (Ile)*. Note sur sa géologie, p. 608.
- MELLEVILLE**. Observation, p. 125.
- Membres nouveaux*, p. 5, 48, 95, 116, 135, 141, 268, 304, 325, 357, 375, 393, 406, 488, 492.
- Mercure sulfuré*. Mine de Ripa en Toscane, p. 267.
- Métamorphisme* du granite, p. 282, 316. — Des roches siluriennes dans le Finistère, p. 555.
- MICHELIN**. Observations, p. 414, 486, 681, 754.
- MOREAU**. Coupe théorique du lias des environs d'Avallon, p. 670. — Sur les arkoses, p. 675, 677, 740. — Discussions diverses, p. 671 et 688.

N

- NAUMANN**. Sur la carte géologique de la Saxe, p. 639.
- Naples (royaume de)*. Production de flammes au Vésuve, p. 595.
- NODOT**. Sur les arkoses, p. 727. — Observations, p. 722.
- Norvège*. Note sur sa géologie, p. 636.

O

- Oise*. Coupe du mont Pagnotte à Tartigny, p. 334.
- Oiseaux fossiles*. De localités diverses. p. 9. — Ornithichnites du Connecticut, p. 266.
- OMALIUS D'HALLOY (D')**. Sur le grès de Luxembourg, p. 91. — Discussions diverses, p. 389, 392, 399, 405.
- ORBIGNY (ALC. D')**. Discussions diverses, p. 34, 47, 53, 377.
- ORSINI**. Sur la constitution géologique de l'Italie centrale, une planche, p. 408.
- Orthoceras Jovellani*. Des Asturies, p. 461.

P

- PAILLETTE**. Recherches sur quelques unes des roches qui constituent les Asturies, p. 439. — Coupe dans l'île de Majorque, p. 154. — Inondations dans les Pyrénées-Orientales, p. 255.
- Paléontologie*. Exposé de quelques lois. p. 621.
- Paris (bassin de)*. Analyse d'un Mémoire sur le terrain crétacé, p. 142.
- Paul (Ile de Saint-)*. Note sur sa géologie, p. 609.
- Pentacrinites* dans le terrain tertiaire de la colline de Turin, p. 53, 198 et 574; dans le terrain tertiaire de Biarritz (Basses-Pyrénées), p. 53.
- PERSIGNY (DE)**. Destination des pyramides d'Égypte, p. 364.
- Pérqu*. Fusion de la glace du Cotopaxi par une éruption, p. 406.
- Piauzite*. Nouvelle résine fossile, p. 654.
- PICOTET**. Lois paléontologiques, p. 621.
- Piémont*. Pentacrinites dans le terrain tertiaire de la colline de Turin, p. 53 et 574. — Peu d'analogues vivants dans les Polypiers, p. 486. — Sur les

- striées et les moraines des glaciers de la vallée d'Aoste, p. 728.
- PIELLA. Notice géologique relative au creusement d'un puits artésien près Livourne, une planche, p. 402. — Sur la production des flammes dans les volcans, notamment au Vésuve, p. 595.
- PINTEVILLE (DE). Age de la marne de Pachino, en Sicile, p. 33.
- Planches du Bulletin.* I, p. 27. II, p. 120. III, p. 161. IV, p. 198. V, p. 223. VI, 249. VII, p. 327. VIII, p. 334. IX, p. 348. X, p. 402. XI, p. 408. XII, p. 439. XIII, p. 461. XIV, p. 463. XV, p. 472. XVI, p. 508. XVII, p. 517. XVIII, p. 525. XIX, p. 511. XX, 659.
- PLUMICKE. Position du schiste cuivreux du Mansfeld, p. 638.
- POMBL. Sur les basaltes de Gergovia (Auvergne) et l'âge des calcaires qui y paraissent intercalés, 97. — Végétaux fossiles nouveaux du calcaire grossier parisien, p. 307. — Manganeuse à Brioude, p. 390. — Discussions diverses, p. 10, 110, 135.
- Porphyres.* Ils ne sont pas associés à la houille dans le bassin d'Autun, p. 747. — Leur âge dans le Morvan (Saône-et-Loire), p. 750.
- PREVOST (C.). Sur le terrain nummulitique de la Sicile et considérations générales à ce sujet, p. 27. — Altérations des pierres exposées à l'air, p. 124. — Formation des rognons siliceux dans les roches, p. 223. — Sur la chronologie des terrains et le synchronisme des formations, p. 366. — Coloration des grès de Paris par des oxydes métalliques, p. 386. — Discussions diverses, p. 110, 122, 393.
- Puits artésien* dans le Luxembourg. Température observée, p. 653.
- Puy-de-Dôme.* Basaltes de Gergovia et âge des calcaires qui y paraissent intercalés, p. 97. — Roches striées à Lempdes, p. 306.
- Pyramides d'Egypte.* Leur destination, p. 364.
- Pyrénées.* Phénomènes erratiques, p. 405.
- Pyrénées (Basses-).* Pentacrinites dans le terrain tertiaire de Biarritz, p. 53.
- Pyrénées-Orientales.* Inondations, p. 255.

Q

- Quartz.* Son état de surfusion dans les roches éruptives et les filons métallifères, p. 579.

R

- RAMEAU. Découverte de la pyroméride dans les Vosges, p. 671.
- RATHIER. Sur la position du marbre de Cours, près de Noyers (Yonne), p. 681.
- RAULIN. Oiseau fossile à Brie-sur-Marne, p. 10. — Analyse d'un Mémoire sur la constitution géologique du Sancerrois (Cher), p. 84. — Discussions diverses, p. 94 et 104.
- READE. Infusoires de la craie. p. 648.
- Récifs madréporiques.* Sur leur formation à la Guadeloupe, p. 663.
- Reptiles fossiles.* Grenouille à Aix (Bouches-du-Rhône), p. 383. — Reptile de l'Alabama, p. 649. — Tortue de l'Himalaya, p. 649.
- Rhône.* Sur les roches éruptives des environs de Lyon, p. 495.
- RIVIÈRE. Observation sur le mot Spilite, p. 39. — Mémoire sur les feldspaths, p. 60. Considérations préliminaires, p. 60. Feldspaths essentiels, p. 64. Feldspaths accidentels, p. 69. Remarques sur les feldspaths essentiels, p. 73. — Discussions diverses, p. 48 et 282.
- ROBERT (E.). Altérations et modifications dans la structure des pierres exposées à l'air, p. 122. — Fer titané dans les alluvions de la Loire à Orléans, p. 282.
- ROBINEAU-DESVOISDY. Note sur la Puitsaye, dans l'Yonne, p. 697. — Observations diverses, p. 721 et 723.
- Roches striées* de la Suisse, p. 273, 305, 398. — Des Vosges, 277 et 394. — Des Monts-Dore, p. 306. — Dans le Gard, *id.* — En Finlande, p. 636. — Sur les stries et les moraines des gla-

- ciers de la vallée d'Aoste, en Piémont, p. 728.
- ROYER. Sur les terrains jurassiques supérieurs et moyens de la Haute-Marne, p. 705. — Comparaison de ces terrains avec ceux de l'Yonne, p. 714. — Note sur les grottes d'Arcy (Yonne), p. 718. — Observations diverses, p. 723.
- ROYS (marquis de). Terrain nummulitique dans l'Ardèche, p. 26. — Roches striées à Beaucraie, p. 306. —

- Discussions diverses, p. 47, 48, 153.
- ROZET. Dyke et coulée de wacke en Auvergne, p. 105. — Roches striées sur les bords de l'Allier, p. 306. — Sur la cause de l'existence d'anciens glaciers dans des contrées où il ne peut en exister, p. 661. — Discussions diverses, p. 198, 266, 348, 356.
- Russie asiatique. Indication de ses roches, p. 635.
- Russie d'Europe. Résumé sur sa faune paléozoïque, p. 569.

S

- Saône-et-Loire. Coquilles marines récentes à Tournus, p. 281. — Terrain de transition de Bourbon-Lancy, p. 741. — Age de la montagne de Chizeuil, p. 745. — Sur la non-association de la houille avec les porphyres dans le bassin d'Autun, p. 747. — Age des roches porphyriques du Morvan, p. 750.
- Savoie. Mouvements des glaciers, p. 83. — Marmites de géants dans la vallée de l'Arve, p. 321. — Sur le mont Sa-lève, p. 633.
- Saxe. Sur sa carte géologique, p. 639.
- Schistes cristallins de la Toscane, p. 157.
- Seine. Végétaux fossiles du calcaire grossier, p. 307.
- Seine-et-Oise. Coloration des grès d'Orsay, p. 386.
- Sibérie. Vallées de l'Altai dues à des dislocations, p. 399. — Sur les environs du lac Baïkal, p. 644.
- Sicile. Sur le terrain nummulitique,

- p. 26. — Age de la marne de Pachino, p. 33.
- Silésie. Sur les terrains secondaires, p. 639.
- Soulèvements subis par le terrain silurien du Finistère, p. 557.
- Spilites. Nouvelles observations sur les gîtes du Dauphiné, p. 35.
- STIEHLER. Sur les stylolites, p. 490.
- STOBIECKI. Filon de cuivre pyriteux dans le terrain jurassique de la Drôme, p. 40.
- Structure des pierres modifiée par l'exposition à l'air, p. 122.
- Stylolites. Recherches sur ces corps, p. 490.
- Suisse. Sur le delta de l'Aar dans le lac de Brienz, p. 118. — Nouvelles observations sur le glacier du Faulhorn, p. 223. — Roches striées, p. 273, 305, 398. — Terrains tertiaires du canton de Vaud, p. 593. — Végétaux fossiles d'Änigen, p. 640.

T

- Tarn. Marmites de géants près d'Alby, p. 323.
- TCHIHATCHEFF (DE). Résumé d'un Mémoire de M. Göppert sur les Cycadées fossiles, p. 55. — Vallées dues à des dislocations dans l'Altai, p. 399. — Discussions, p. 10.
- Terrain aptien. Sa position dans l'Yonne, p. 89.
- Terrain crétacé. Analyse d'un Mémoire sur ce terrain dans le bas-in de Paris, p. 142. — De la Toscane, p. 155. — Dans l'Yonne, p. 345. — Des États romains, p. 412.

- Terrain erratique du revers méridional des Alpes, p. 284.
- Terrains ignés anciens des Côtes-du-Nord, p. 125.
- Terrain jurassique de la Toscane, p. 179. — Des États romains, p. 413. — Supérieur des Alpes lombardes, p. 359. — Supérieurs et moyens de la Haute-Marne, p. 705. — Position du grès de Luxembourg, p. 91.
- Terrain néocomien. Sur sa position, p. 44.
- Terrain à Nummulites (épicrotécé) des Corbières et de la montagne Noire,

p. 11 et 270. — Dans l'Ardèche, p. 26.
— De la Sicile, p. 27. — Opinion de
M. Deshayes sur certains fossiles de
ce terrain, p. 33.
Terrains tertiaires de la Toscane, p. 58
et 377. — Des Côtes-du Nord, p. 133.
— Des Etats romains, p. 409. — Du
canton de Vaud, p. 593. — Du cen-
tre de l'Espagne.
Terrains de transition des Côtes-du-
Nord, p. 130. — Silurien et dévonien
dans les Asturies, p. 439. — Silurien

dans le Finistère, p. 517. — De
Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire),
p. 741.
Toscane. Sur les terrains tertiaires,
p. 58 et 377. — Sur les terrains stra-
tifiés, p. 155. — Mine de mercure
de Ripa, p. 267. — Essai de puits
artésien à Livourne, p. 402.
Trigonia Whatelyæ du muschelkalk de
Bergame, une planche, p. 348.
Tyrol. Mouvements de glaciers, p. 81.

V

Vallées dues à des dislocations dans
l'Altaï, p. 399.
Végétaux fossiles. Description de quel-
ques espèces d'Auvergne, p. 102.
— Nouveaux du calcaire grossier
des environs de Paris, p. 307. —
D'Oeningen en Suisse, p. 640. —
Résumé d'un Mémoire sur les plan-
tes fossiles en général, p. 362.
VERNEUIL (DE). Coupe du mont Pagnotte
à Tartigny (Oise), une planche, p.
334. — Fossiles paléozoïques des As-
turies, p. 458. — Résumé sur la faune
paléozoïque de la Russie, p. 569. —
Observations, p. 305 et 486.
Vienne. Ichthyosarcolites près de Lou-
dun, p. 53.
VIQUESSNEL. Sur une géode de glace et
la congélation de l'eau, p. 327. —
Observations, p. 306.
VILET. Sur l'origine des spilites, p. 39.
— Age de divers granites et porphy-
res, p. 134. — Sur des déplacements

moléculaires dans les roches, posté-
rieurs à leur dépôt, p. 198, une plan-
che. — Coquilles marines récentes à
Tournus, p. 281. — Notes sur la géo-
graphie ancienne et sur une dépres-
sion dans l'Afrique septentrionale, p.
349. — Origine de minerais de man-
ganèse, p. 390. — Sur les arkoses et
sur la nécessité de supprimer ce mot,
p. 675, 676, 678, 695, 704. — Sur
les grottes d'Arcy, p. 698. — Discus-
sions diverses, p. 33, 124, 225, 282,
317, 388, 392, 401, 674, 678, 681,
687, 696.
Volcans. Exploration du cratère du
Rucu-Pichincha, p. 511. — Sur la
production des flammes, p. 595.
Vosges. Traces d'anciens glaciers, p.
249 et 506. — Roches striées, p. 277
et 394. — Effet des avalanches, struc-
ture des couches de neige, p. 394. —
Présence de la pyroméride, p. 671.

W

Wight (île de). Observations sur le
lower greensand, p. 41.
WISSÉ. Exploration du cratère du

Rucu-Pichincha (Équateur), une
planche, p. 511.

Y

Yonne. Position du terrain aptien, p.
89. — Terrain crétacé entre l'Yonne
et l'Armance, p. 345. — Réunion
extraordinaire de la Société à Aval-
lon, p. 660. Excursion à Vassy,
p. 664. A Villers-Nonains, p. 671.
A Vézelay, p. 682. De Vézelay à

Vermanton, p. 690. De Verman-
ton à Avallon, par les grottes d'Arcy,
p. 693. — Sur les grottes d'Arcy,
p. 718. — Comparaison des terrains
jurassiques avec ceux de la Haute-
Marne, p. 714.

Z

Zicno (DE). Crioceras dans les Alpes véniennes, p. 356 et 376. — Pen- taerinites dans le terrain tertiaire de	la colline de Turin, p. 574. Zirpe. Galet de quartz dans le granite, p. 266 et 282.
--	--

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

- Page 267, ligne 1, au lieu de : Newalled Sandstone, lisez : New red Sandstone.
- Page 312, ligne 19, au lieu de : zostéoroïdes, lisez : zostéroïdes.
— ligne 29, au lieu de : bellonisana, lisez : bellovisana.
- Page 314, ligne 13, au lieu de : Brachydon, lisez : Brachyodon.
— ligne 33, au lieu de : penastroïdes, lisez : pinastroïdes.
- Page 315, ligne 7, au lieu de : cocciformis, lisez : cocoiformis.
- Page 316, ligne 22, au lieu de : Brimout, lisez : Brimont.
- Page 335, ligne 2 de la note, au lieu de : Housselt, lisez : Hasselt.
- Page 350, ligne 7 de la note, au lieu de : souscription, lisez : suscription.
- Page 363, ligne 31, au lieu de : Bolia, lisez : Bolea.
— ligne 39, au lieu de : Blandowskianai, lisez : Brandrowskanus.
- Page 406, ligne 6 et 9, au lieu de : Catapoxi, lisez : Cotopaxi.
- Page 411, ligne 13, au lieu de : Martra, lisez : Mactra.
- Page 522, ligne 30, au lieu de : Bléden, lisez : Cléden.
- Page 523, ligne 14, au lieu de : Lauveoc, lisez : Lanveoc.
- Page 527, ligne 29, au lieu de : Laudevenec, lisez : Landevenec.
- Page 528, ligne 15, au lieu de : SERRAIN, lisez : TERRAIN.
- Page 536, lignes 5 et 13, au lieu de : Frégoudan, lisez : Trégoudan.
- Page 538, ligne 34, au lieu de : Lanvoec, lisez : Lanveoc.
- Page 539, ligne 4, au lieu de : Lanvoec, lisez : Lanveoc.
— ligne 34, au lieu de : fort Corbeau, lisez : fort du Corbeau.
- Page 547, ligne 26, au lieu de : coupe a b, lisez : coupe A B.
- Page 561, lignes 36 et 37, au lieu de : Penarviz, lisez : Penarvir.
- Page 568, ligne 21, au lieu de : Sirènes, lisez : Cyrènes.
- Page 605, ligne 31, au lieu de : Cotus, lisez : Cottus.
- Page 614, ligne 1, au lieu de : Albermale, lisez : Albemarle.
- Page 651, lignes 9 et 30, au lieu de : Dinormis, lisez : Dinornis.
- Page 659, ligne 33, 2^e col., au lieu de : PRYAN, lisez : PRÉJAN.
— ligne dernière, au lieu de : VILDEDE, lisez : VILDEU.
- Page 665, ligne 13, au lieu de : supérieure, lisez : inférieure.
— ligne 15, au lieu de : inférieure, lisez : supérieure.
- Page 707, ligne 22, au lieu de : fig. 11, lisez : fig. 10.
- Page 713, ligne 3, au lieu de : un très grand appartenant à, lisez : un très grand nombre appartenant à....
- Page 715. ligne 22 au lieu de : malgré l'absence de fossiles caractéris-

tiques si abondants, lisez : malgré l'absence de ce fossile caractéristique si abondant...

Page 716, ligne 3, au lieu de : par leurs formes gigantesques et leur résistance, lisez : par leurs formes gigantesques, leur résistance....

Page 716, ligne 38, au lieu de : restants, lisez : ressauts....

Page 717, ligne 9, au lieu de : et si l'on a recours aux failles, lisez : et si l'on n'a recours aux failles....

Planche I.

Au lieu de : 2^e série, t. I, lisez : 2^e série, t. II.

Planche XVII, à la page 517.

Au lieu de : Le Tret, lisez : Le Fret. On a omis le petit rond qui indique le village, et qui doit être rétabli devant le nom.

Au lieu de : Lamernorsal, lisez : Lanvernorsal.

Devant le nom du village de Trémaïdic, on a omis le petit rond qui indique que c'est un village.

Les fortifications de l'isthme de Kelern ont été omises.

Les rapports de longueur entre le plan et la coupe manquent d'exactitude.

Le porphyre quartzifère du fort du Corbeau a reçu une étendue exagérée.

On a écrit « Cap la Chèvre » dans une anse.

Planche XVIII, page 525.

Figure 2. — On a omis la flèche et les plumes dans la ligne N.-S. du plan des directions. Cette ligne est perpendiculaire à la légende, et la pointe de la flèche (signe du N.) doit se trouver du côté de la figure.

Figure 3. — Dans la coupe on a représenté les couches qui ne doivent avoir qu'une pente de 45° comme si elles atteignaient une inclinaison de plus de 60°, et l'on a disposé les lettres A, B, de manière à retourner complètement la coupe par rapport au plan.

Figure 6. — On a omis la légende : « Granite au milieu des schistes siluriens ».

Figure 9. — Elle est mal exécutée; une partie du porphyre est restée en blanc, l'autre a reçu les signes du granite, de manière à faire croire à deux roches différentes et notamment à un granite qui n'existe point. Les divisions parallèles aux couches sont indiquées trop distinctement.

Figure 15. — La ligne du premier niveau des granites vient aboutir au dessus, au lieu de passer au dessous du dépôt silurien.

Planche XX.

Figure 11. — Dans la case où sont inscrits les mots marnes oxfordiennes supérieures, moyennes, inférieures, les mots supérieures et inférieures ont été changés de place.

